SOLDAGEM MIG/MAG

SISTEMA FIES

CONSELHO REGIONAL DE SERGIPE

Eduardo Prado de Oliveira

Presidente

SUPERINTENDENTE CORPORATIVO

Paulo Sérgio de Andrade Bergamini

SENAI – DEPARTAMENTO REGIONAL

Denise Almeida de Figueiredo Barreto

REPRESENTANTE DO MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO

Miriam Batista de Aragão Santos

REPRESENTANTES DO MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Joarez Vrubel

REPRESENTANTES DA INDÚSTRIA

Cícero Gomes de Barros

Antônio Carlos Francisco Araújo

Carlos Alberto de Sales Herculano

José Abílio Guimarães Primo

SUPLENTES

Emerson Carvalho

Jose Carlos Dalles

REPRESENTANTE DOS TRABALHADORES DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SERGIPE

José Marques dos Santos

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SERGIPE
SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO REGIONAL DE SERGIPE

SOLDAGEM MIG/MAG

2008

1 TERMINOLOGIA USUAL DE SOLDAGEM

Soldagem (Welding): E o processo de união de materiais onde são preservadas as características físicas e químicas da junta soldada.

Solda (Weld): É o resultado deste processo.

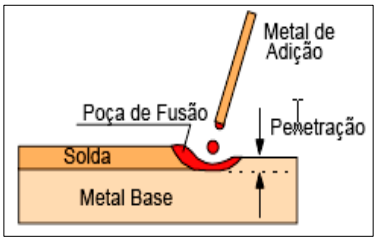
Arco Elétrico: É a passagem de corrente elétrica através de uma atmosfera ionizada.

Fusão: Processo de mudança de estado físico.

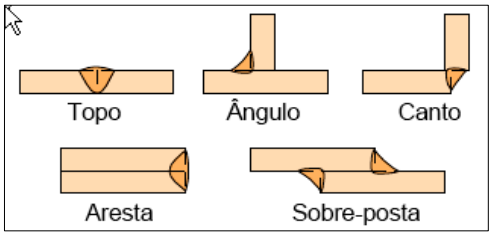
Poça de Fusão: Região em fusão, a cada instante, durante uma soldagem.

Metal de Base: Material da peça que sofre processo de soldagem.

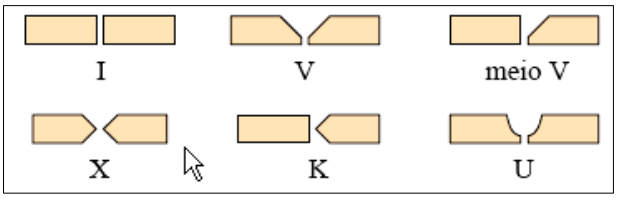
Metal de Adição: Material adicionado no estado liquido durante uma soldagem.



Junta: Região entre duas ou peças que serão unidas.

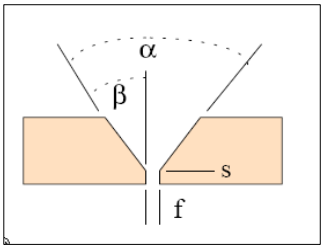


Chanfro: Corte efetuado na junta para possibilitar/ facilitar a soldagem em toda sua espessura**.**



Elementos de um Chanfro

- Encosto ou nariz (s)
- Parte não chanfrada de um componente da junta
- Garganta folga ou fresta (f)
- Menor distancia entre as peças a soldar
- Ângulo de abertura da junta (α)
- Ângulo do chanfro (β)



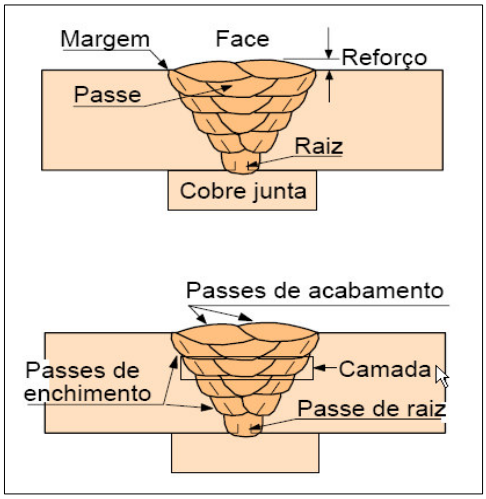
Raiz Passe: Região mais profunda de uma junta soldada que corresponde ao 1º passe região mais propensas a descontinuidades na soldagem.

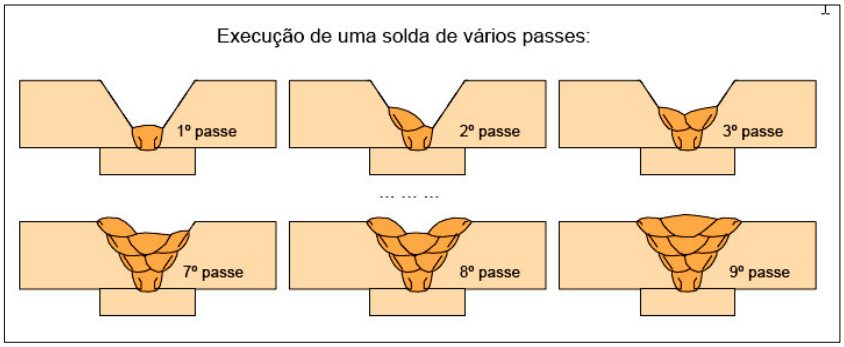
Face: Superfície oposta a raiz da solda.

Camada: Conjuntos de passes realizados em uma mesma altura em um chanfro.

Reforço: Altura máxima alcançada pelo excesso de metal de adição medido a partir da superfície do metal a ser soldado.

Margem: Linha de encontro entre a face da solda e a superfície do metal de base.





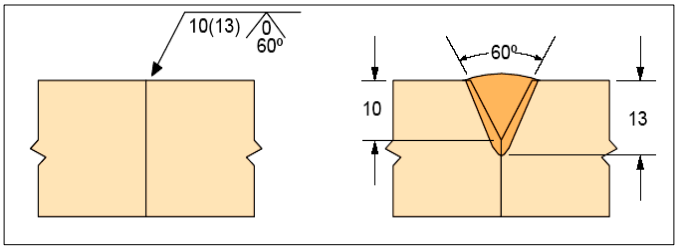
2 SIMBOLOGIAS

Os símbolos padronizados são utilizados para indicar a localização detalhes de um chanfro e outras informações de operações de soldagem.

2.1 COMPOSIÇÃO DA SIMBOLOGIA

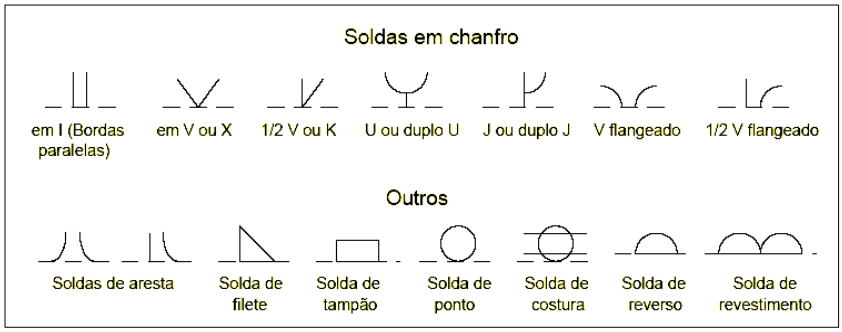
- Linha de referencia
- Símbolo básico da solda
- Dimensões e outros dados
- Símbolos suplementares e símbolos de acabamento
- Cauda e especificação de procedimento ou outra referencia

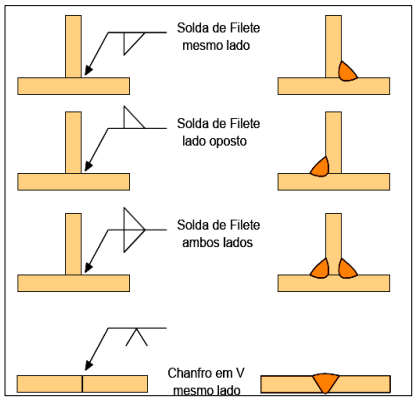
Exemplo de um símbolo em uma solda em 1/2 **V** com dimensões

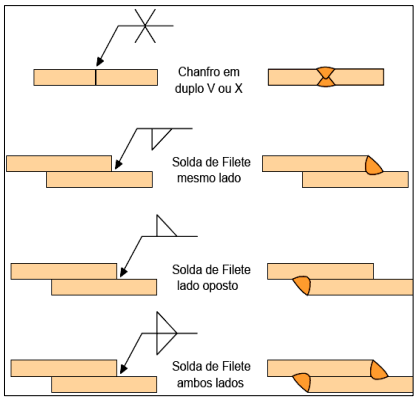


A posição do símbolo básico na linha de referencia indica se a solda será depositada do mesmo lado ou no lado oposto do indicado no desenho

Símbolos de Acabamento e Exemplos de Aplicações das Simbologias

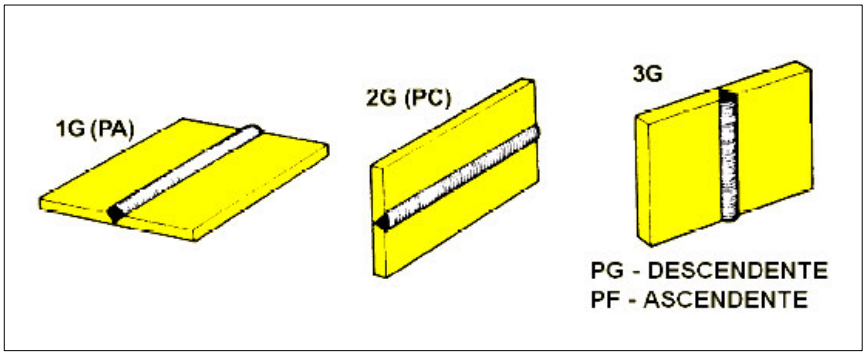


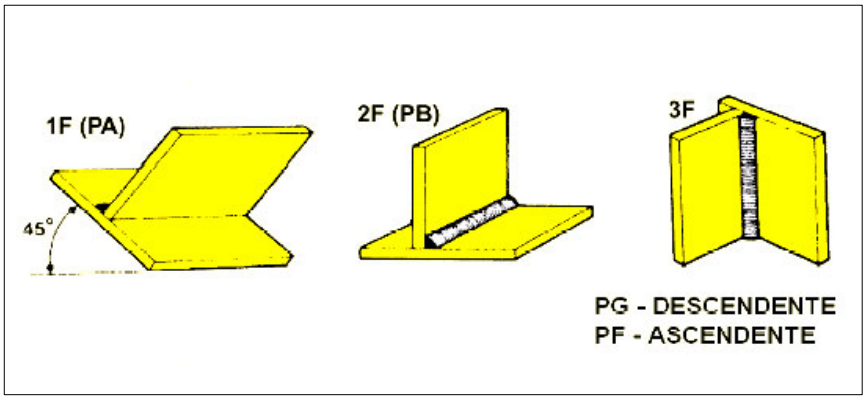


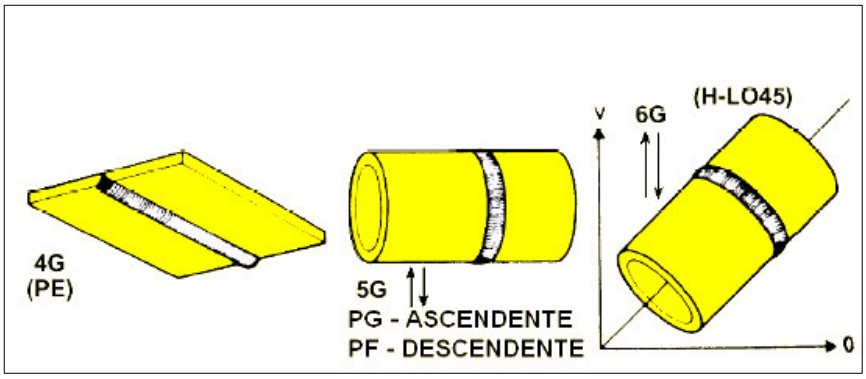


2.2 POSIÇÕES DE SOLDAGEM

A posição de soldagem é uma questão importante para definição dos parâmetros de soldagem e na qualificação de soldadores.







3 ELETROTÉCNICA BÁSICA

Embora o soldador não precise conhecer eletrotécnica a fundo alguns conceitos básicos são extremamente importantes para os futuros profissionais na área de soldagem.

3.1 CIRCUITO ELÉTRICO

A força motriz da corrente elétrica é obtida sob a forma de tensão (v), por meio de fonte de corrente elétrica em volt.

A corrente elétrica é obtida por meio de movimento de elétrons no condutor elétrico.

A intensidade de corrente **(I),** medida em ampere, e é equivalente a um determinado numero de elétrons por segundo, e cresce com o aumento de tensão.

A resistência elétrica **(R)**, medida em **ohm**, e obtida por meio de um condutor elétrico com baixo valor de condutibilidade elétrica, como é o caso do arco elétrico.

Símbolos Adotados para o Circuito Elétrico

Grandeza do Circuito Elétrico	Símbolos	Unidade de Medida
Tensão	**(v)**	**V** (volt)
Intensidade da corrente	**(I)**	**A** (ampere)
Resistência elétrica	**(I)**	**Ω** (ohm)

3.2 CIRCUITO ELÉTRICO PARA SOLDAGEM

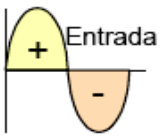
No circuito de soldagem, o arco elétrico é a principal resistência, determinando os valores da corrente e a tensão do arco elétrico

As resistências que se encontram nos cabos de solda são de valores muito pequenos

3.3 TIPOS DE CORRENTE PARA SOLDAGEM

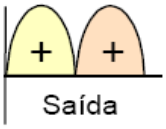
Corrente Alternada – (alt.)

A corrente alternada é uma corrente elétrica que alterna permanentemente sua direção e força.



Corrente Continua - (CC) ou (DC)

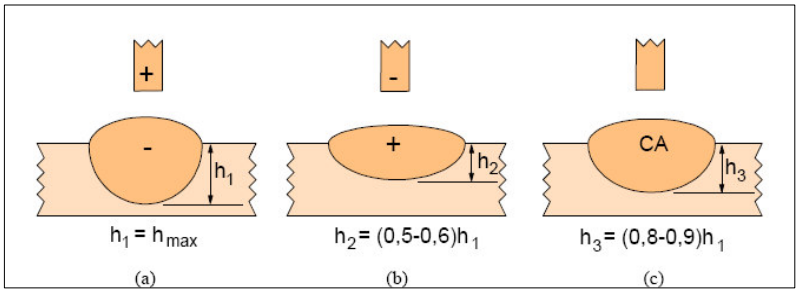
Esse tipo de corrente elétrica é aquela que flui no mesmo sentido e normalmente com a mesma força. E podem ser **(CC +), (CC -) ou (DC +), (DC).**



3.4 ARCO ELETRICO

É a passagem de corrente elétrica através de uma atmosfera ionizada, e varias questões relativas ao arco elétrico influenciam de forma significativa os processos de soldagem. São elas: tensão do circuito, variação no comprimento do arco, tipo de corrente utilizada e metodologia para abertura do mesmo.

As metodologias para abertura do arco e as demais variáveis alteram as característica do cordão de solda e estão diretamente relacionadas com os perfis dos cordões de solda.



Influencias da polaridade da corrente de soldagem na largura e penetração do cordão de solda

3.5 FONTES DE CORRENTE PARA SOLDAGEM

A soldagem a arco exige uma fonte de corrente que pode variar em função da sua capacidade de fornecimento de energia ou em função do processo de soldagem utilizado.

Requisitos Básicos para as Fontes de Corrente para Soldagem

- Produzir saídas de tensão e corrente a níveis e adequados ao processo de soldagem utilizado.
- Permitir o ajuste da intensidade da corrente e ou tensão para a aplicações especificas
- Controlar a variação e forma de variação dos níveis de corrente e tensão de acordo com o processo utilizado.
- Estar em conformidade com as exigências e normas e ou códigos relacionados com a segurança e funcionalidade.

As fontes de Corrente para Soldagem quanto a suas curvas características dividem-se em:

- Curva de tensão tombante
- Curva de tensão constante
- Curva controlada eletronicamente

Curva de Tensão Tombante (ou Corrente Constante)

Utilizada na soldagem manual a arco elétrico utilizando os processos de soldagem por **Eletrodos revestidos e TIG**, pois possíveis variações da altura do arco elétrico são minimizadas utilizando esse tipo de fonte. A variação da intensidade da corrente (I) é minimizada.

Curva de Tensão Constante

Utilizada principalmente em processos de soldagem automáticos e semi-automáticos **(MIG/ MAG) e Arco submerso**, neste caso a variação da intensidade da corrente e maior enquanto a tensão se constante.

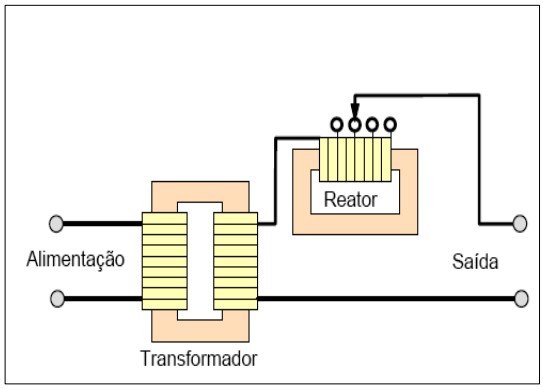
Curva de Tensão Controlada Eletronicamente

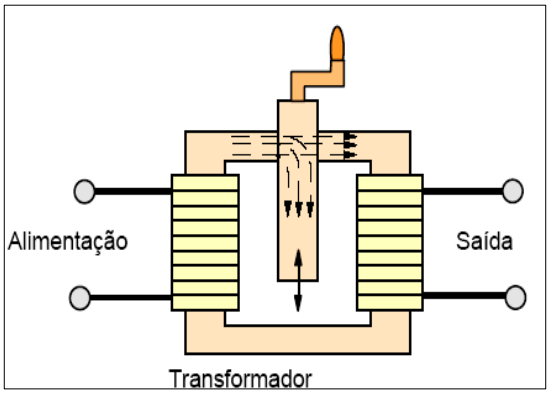
As características da curva de tensão podem ser modificadas diante de possíveis variações do arco elétrico.

3.6 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMENTO E AJUSTE

Transformador para Soldagem

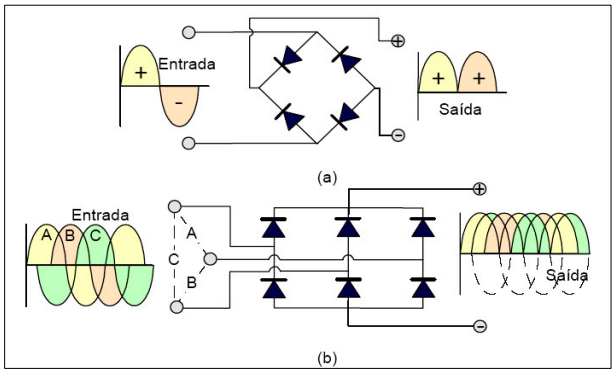
O ajuste por núcleo de dispersão é feitos através da manivela aumentando ou diminuindo a passagem da intensidade (I) medida em amperes, fornecendo corrente alterna da na saída.





Retificador

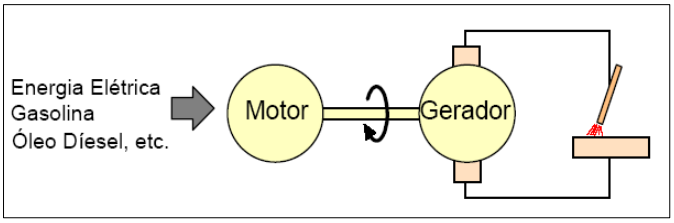
Equipamento mais utilizado no mercado, e que alcança altos níveis de intensidade da corrente fornecendo corrente continua positiva e ou negativa em seu função de sua aplicação.



Exemplo de ponte retificadora (a) monofásico e (b) trifásico

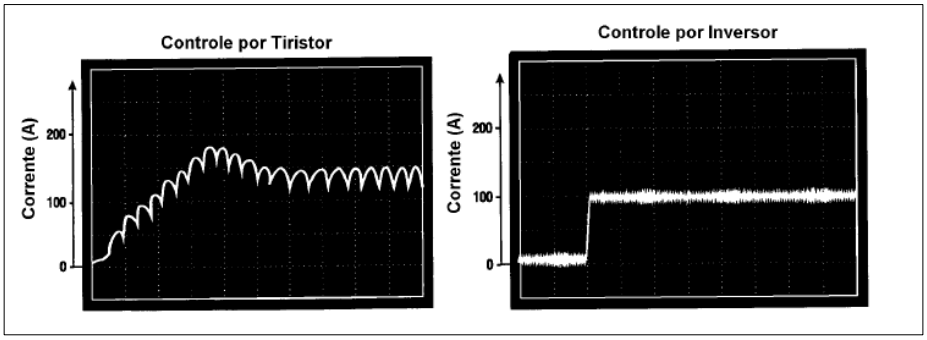
Gerador

Um dispositivo aparte rotaciona o eixo criando a movimentação no núcleo produzindo corrente continua para soldagem pelos processos ER e TIG.



Fontes de Corrente Tristorizadas e Inversoras

As fontes de corrente tristorizadas e as inversoras podem utilizar controladores analógicos, lógicos e ou digitais que através de sinais ou movimentos podem alterar a intensidades da corrente e ou ajustar para que a mesma possa variar durante a soldagem veja comparação entre os dois tipos de fontes de corrente e observe suas características em relação a abertura e manutenção do arco elétrico.



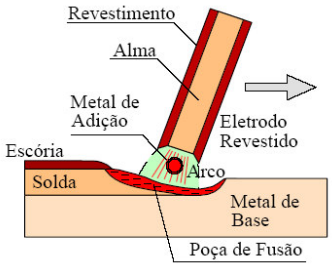
Comparação de equipamentos com tristor e inversor

4 PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO

Existe no mercado diversos processo de soldagem que devemos antes de utilizados devem ser comparados entre si no visando a produtividade e aplicação os mais usados são:

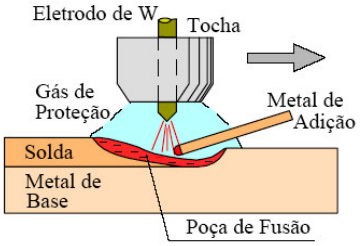
4.1 ER – PROCESSO DE SOLDAGEM POR ELETRODOS REVESTIDOS

Obtem-se a união das peças através da fusão da alma metálica e o metal de base estabelecido por um eletrodo consumível durante a soldagem, revestido de elementos facilitadores e estabilizadores na obtenção do arco elétrico alem de elementos protetores para o cordão de solda

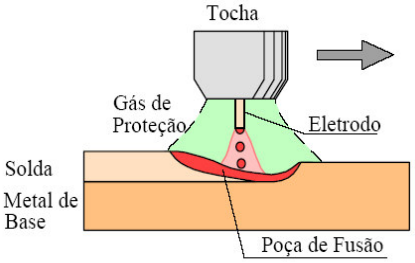


4.2 TIG (TUNGSTÊNIO INERTE GÁS)

Caracterizado pela formação do arco elétrico através de um eletrodo não consumível sob uma atmosfera protetora de gases inertes como Argônio e Helio, onde o metal de adição é adicionado em separadamente permitindo soldas autógenas e soldagem de juntas de alta qualidade em ligas especiais.



4.3 MIG/MAG (METAL INERTE GÁS OU METAL ATIVO GÁS)



MIG

Caracterizado pela utilização somente de só gases Inertes que fazem a proteção do metal fundido e não reagem durante a soldagem.

MAG

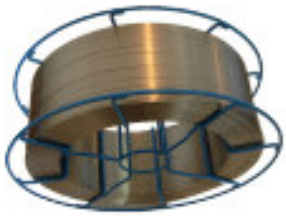
Caracterizado pela utilização de gás ativo como CO2, que reage durante a soldagem influenciando na largura e penetração do cordão de solda.

5 CONSUMIVEIS PARA SOLDAGEM

A escolha do tipo de consumível é de extrema importância para se realizar soldas garantindo a qualidade do produto final e deve-se levar em consideração o tipo de metal de base a ser soldado o tipo de corrente e intensidade processo de soldagem e demais fatores que podem influenciar a boa pratica de soldagem.

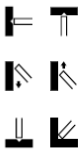
5.1 ARAMES SÓLIDOS PARA SOLDAGEM MIG MAG

Os arames para soldagem MIG MAG são fornecidos em embalagem, (carretel), com peso bruto em torno de 15 a 18KG para aplicações em aço comum aço liga, inox ou em metais não ferrosos como o alumínio.



Tipos de Arames eletrodos

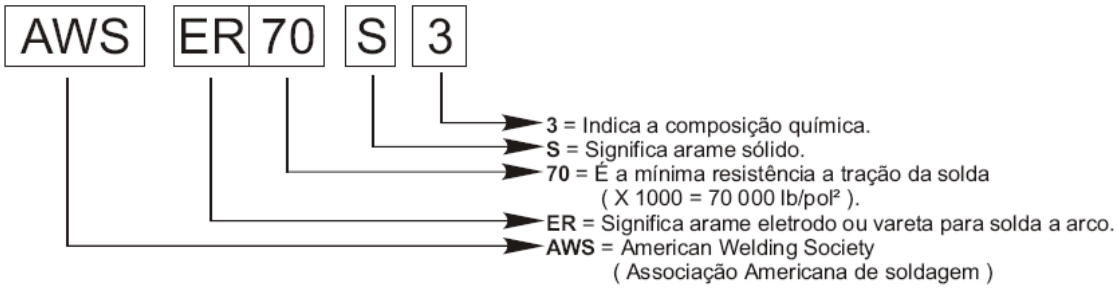
A escolha do tipo de Arame eletrodo se faz imprescindível a consulta a manuais técnicos dos fabricantes para a escolha ideal tendo em vista as propriedades físicas e mecânicas desejadas.
Os Arames eletrodos são normalizados e aprovados por entidades certificadoras quanto o seu emprego e qualidade nos quais cada um recebe um símbolo que identifica suas propriedades físicas e químicas posições de soldagem e demais variáveis do processo.

ARAME SÓLIDO OK	COMPOSIÇÃO DO ARAME (%)	APLICAÇÕES	PROPRIEDADES MECÂNICAS TÍPICAS	POSIÇÕES SOLDAGEM	DIÂM. (mm)	TENSÃO	FAIXA DE CORRENTE	DEPOS. (Kg/h)	GÁS DE PROTEÇÃO / TIPO DE CORRENTE
Autrod 12.51 AWS / ASME SFA 5.18 ER70S-6 EN 440 G3Si1	C 0,08 Si 0,90 Mn 1,50	Arame sólido cobreado manganês-silício destinado à soldagem MIG/MAG dos aços não ligados, como por exemplo, os aços de construção em geral com uma tensão de ruptura mínima de 485 MPa. O OK Autrod 12.51 solda utilizando as misturas Ar + 20-25% CO_2 ou CO_2 puro como gases de proteção. **Homologações:** ABS, DNV, FBTS	**Ar + 20% CO_2** L.R. 560 MPa L.E. 470 MPa A 25% ChV (-29°C) 70J		0,8 0,9 1,0 1,2 1,6	18 - 24 V 18 - 26 V 18 - 32 V 18 - 34 V 28 - 38 V	60 - 200 A 70 - 250 A 80 - 300 A 120 - 380 A 225 - 550 A	0,8 - 3,0 0,9 - 3,6 1,0 - 5,6 1,3 - 8,0 2,0 - 11,4	Ar + 20 - 25% CO_2 ou 100% CO_2 CC+

O exemplo acima do fabricante ESAB mostra um tipo de Arame eletrodo e as informações sob tensão de soldagem corrente mínima e máxima limite de resistência a tração aplicação, posições de soldagem e etc. Que segue as normalização da AWS ER 70 S-6, (Associação Americana de Soldagem), e é homologado aqui no Brasil pela ABS (Associação brasileira de soldagem e FBTS (Fundação Brasileira de Tecnologia de Soldagem).

Interpretação da norma AWS

Exemplo: ER 70 S-3


AWS
ER 70
S
3
3 = Indica a composição química.
S = Significa arame sólido.
70 = É a mínima resistência a tração da solda
(X 1000 = 70 000 lb/pol²).
ER = Significa arame eletrodo ou vareta para solda a arco.
AWS = American Welding Society
(Associação Americana de soldagem)

"S" = significa que o arame é sólido;
"T" = significa que o arame é tubular.

Arames tubulares

O processo de soldagem com arames tubulares (Flux Cored Arc welding) é fundamentalmente um processo de soldagem GMAW (Gás Metal Welding), pois é baseado nos mesmos princípios e utiliza basicamente os mesmos equipamentos. As principais diferenças entre ambos os processos estão relacionadas a versatilidade , produtividade e integridade do metal depositado.

Flux Cored

São arames empregados na soldagem utilizando gás de proteção e são constituídos de metal de adição com fluxo interno não metálico proporcionando uma proteção secundaria adicionalmente ao gás de proteção.

Metal Cored

São arames empregados na soldagem onde o fluxo pode fazer e controlar e ou ajustar o teor de oxigênio do metal de solda aumentando-o ou diminuindo-o conforme as necessidades de cada aplicação.
Da mesma forma que nas escórias resultantes da fabricação dos aços, algumas escórias de solda são capazes de remover certas impurezas como o enxofre do metal fundido**.**

Funções dos componentes do fluxo

- Estabilização do arco elétrico
- Formação de escoria
- Estabilizar o arco elétrico
- Melhorar as propriedades mecânicas do metal depositado

Armazenamento e Cuidados Especiais

O armazenamento dos arames eletrodos para soldagem MIG/MAG não necessitam de procedimento especifico para armazenagem recomenda-se manter os mesmos em suas embalagens originais quando não violadas e após a retirada das mesmas para uso evitar contato com umidade a fim de evitar a oxidação do arame.

6 METROLOGIA DIMENSIONAL

É ciência que estuda as medições. Trata da quantificação de grandezas físicas. Antes de quantificarmos a grandeza, temos que conhecer os métodos, os erros, as unidades de medida, os padrões utilizados na dinâmica do sistema de medição, partindo então para dimensionar determinada coisa ou objeto.

6.1 MEDIÇÃO

É a seqüência de ações para se determinar a quantificação, isto é, dimensionar o valor, podendo ser através de ensaios, testes, analises comparações, etc. O resultado de uma medição é em geral numérico podendo ser observado, lido e registrado.

6.2 MEDIDA

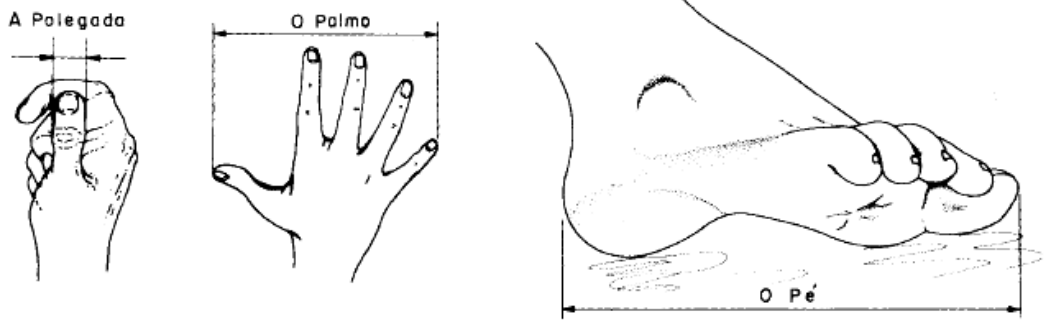
É leitura do resultado numérico propriamente dito ou a informação obtida através da medição. É através da medida, que se qualifica um produto, ou qualquer das fases de um processo.

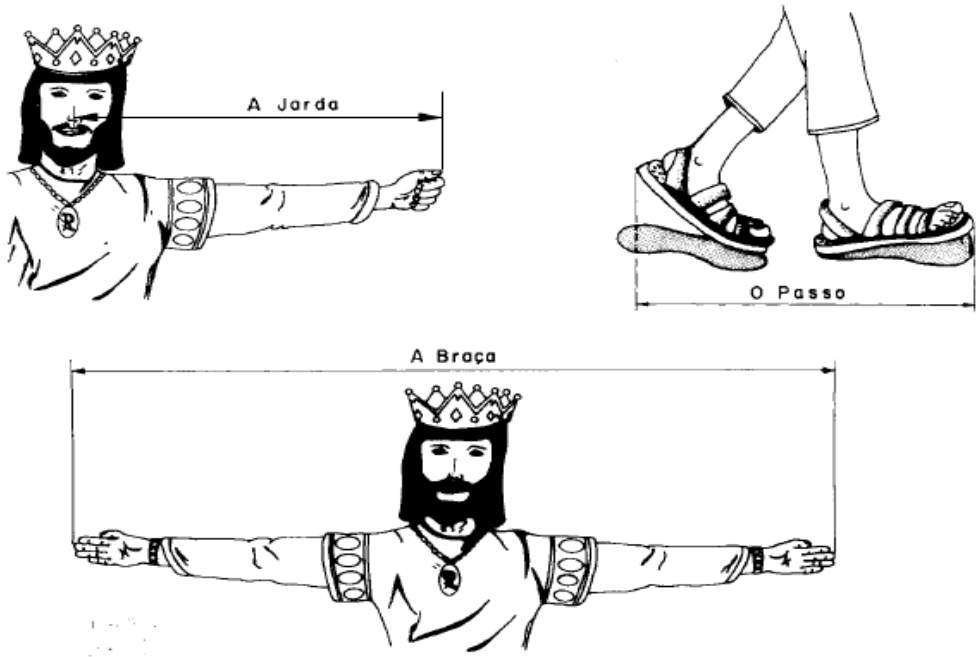
6.3 INSTRUMENTO

É o dispositivo usado para se fazer a medição, o instrumento, é em geral apenas um incremento, que com o auxilio de outros incrementos fornecem a medida.

6.4 UM BREVE HISTÓRICO DAS MEDIDAS

As unidades de medição primitivas estavam baseadas em partes do corpo humano, que eram referências universais, pois ficava fácil chegar-se a uma medida que podia ser verificada por qualquer pessoa. Foi assim que surgiram medidas padrão como a polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo.





6.5 UNIDADES DE MEDIDA

Como as pessoas têm tamanhos diferentes, o cúbito variava de uma pessoa para outra, ocasionando as maiores confusões nos resultados nas medidas.
Para serem úteis, era necessário que os padrões fossem iguais para todos.
Diante desse problema, os egípcios resolveram criar um padrão único: em lugar do próprio corpo, eles passaram a usar em suas medições, barras de pedra com o mesmo comprimento. Foi assim que surgiu o cúbito-padrão. Com o tempo, as barras passaram a ser construídas de madeira, para facilitar o transporte. Como a madeira logo se gastava, foram gravados comprimentos equivalentes a um cúbito-padrão nas paredes dos principais templos. Desse modo, cada um podia conferir periodicamente sua barra ou mesmo fazer outras, quando necessário. Nos séculos XV e XVI, os padrões mais usados na Inglaterra para medir comprimentos eram a polegada, o pé, a jarda e a milha.

Na França, no século XVII, ocorreu um avanço importante na questão de medidas. A Toesa, que era então utilizada como unidade de medida linear, foi padronizada em uma barra de ferro com dois pinos nas extremidades e, em seguida, chumbada na parede externa do Grand Chatelet, nas proximidades de Paris. Dessa forma, assim como o cúbito-padrão, cada interessado poderia conferir seus próprios instrumentos. Uma toesa é equivalente a seis pés, aproximadamente, 182,9 cm.
Entretanto, esse padrão também foi se desgastando com o tempo e teve que ser refeito. Surgiu, então, um movimento no sentido de estabelecer uma unidade natural, isto é, que pudesse ser encontrada na natureza e, assim, ser facilmente copiada, constituindo um padrão de medida. Havia também outra exigência para essa unidade: ela deveria ter seus submúltiplos estabelecidos segundo o sistema decimal. O sistema decimal já havia sido inventado na Índia, quatro séculos antes de Cristo. Finalmente, um sistema com essas características foi apresentado por Talleyrand, na França, num projeto que se transformou em lei naquele país, sendo aprovada em 8 de maio de 1790. Estabelecia-se, então, que a nova unidade deveria ser igual à décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.

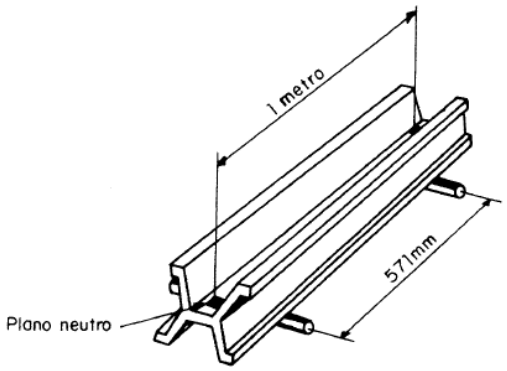
Essa nova unidade passou a ser chamada metro (o termo grego metron significa medir).
Os astrônomos franceses Delambre e Mechain foram incumbidos de medir o meridiano. Utilizando a toesa como unidade, mediram a distância entre Dunkerque (França) e Montjuich (Espanha). Feitos os cálculos, chegou-se a uma distância que foi materializada numa barra de platina de secção retangular de 4,05 x 25 mm. O comprimento dessa barra era equivalente ao comprimento da unidade padrão metro, que assim foi definido:

Metro é a décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre. Foi esse metro transformado em barra de platina que passou a ser denominado metro dos arquivos. Com o desenvolvimento da ciência, verificou-se que uma medição mais precisa do meridiano fatalmente daria um metro um pouco diferente. Assim, a primeira definição foi substituída por uma segunda: Metro é a distância entre os dois extremos da barra de platina depositada nos Arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celsius. Escolheu-se a temperatura de zero grau Celsius por ser, na época, a mais facilmente obtida com o gelo fundente.

No século XIX, vários países já haviam adotado o sistema métrico. No Brasil, o sistema métrico foi implantado pela Lei Imperial nº 1157, de 26 de junho de 1862. Estabeleceu-se, então, um prazo de dez anos para que padrões antigos fossem inteiramente substituídos.

Com exigências tecnológicas maiores, decorrentes do avanço científico, notou-se que o metro dos arquivos apresentava certos inconvenientes. Por exemplo, o paralelismo das faces não era assim tão perfeito. O material, relativamente mole, poderia se desgastar, e a barra também não era suficientemente rígida. Para aperfeiçoar o sistema, fez-se outro padrão, que recebeu:

- Seção transversal em X, para ter maior estabilidade;
- Uma adição de 10% de irídio, para tornar seu material mais durável;
- Dois traços em seu plano neutro, de forma a tornar a medida mais perfeita.



Assim, em 1889, surgiu a terceira definição: Metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no B.I.P.M. (Bureau Internacional dês Poids et Mésures), na temperatura de zero grau Celsius e sob uma pressão atmosférica de 760 mmHg e apoiado sobre seus pontos de mínima flexão.

Atualmente, a temperatura de referência para calibração é de 20ºC. É nessa temperatura que o metro, utilizado em laboratório de metrologia, tem o mesmo comprimento do padrão que se encontra na França, na temperatura de zero grau Celsius.

Ocorreram, ainda, outras modificações. Hoje, o padrão do metro em vigor no Brasil é recomendado pelo INMETRO, baseado na velocidade da luz, de acordo com decisão da 17ª Conferência Geral dos Pesos e Medidas de 1983. O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), em sua resolução 3/84, assim definiu o metro:

Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de do segundo.

É importante observar que todas essas definições somente estabeleceram com maior exatidão o valor da mesma unidade: o metro.

Medidas Inglesas

A Inglaterra e todos os territórios dominados há séculos por ela utilizavam um sistema de medidas próprio, facilitando as transações comerciais ou outras atividades de sua sociedade.

Acontece que o sistema inglês difere totalmente do sistema métrico que passou a ser o mais usado em todo o mundo. Em 1959, a jarda foi definida em função do metro, valendo 0, 91440 m. As divisões da jarda (3 pés; cada pé com 12 polegadas) passaram, então, a ter seus valores expressos no sistema métrico:

1 yd (uma jarda) = 0,91440 m
1 ft (um pé) = 304,8 mm
1 inch (uma polegada) = 25,4 mm

Padrões do Metro no Brasil

Em 1826, foram feitas 32 barras-padrão na França. Em 1889, determinou-se que a barra nº 6 seria o metro dos Arquivos e a de nº 26 foi destinada ao Brasil.

Este metro-padrão encontra-se no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Múltiplos e submúltiplos do metro. A tabela abaixo é baseada no Sistema Internacional de Medidas (SI).

Múltiplos e Submúltiplos do Metro

Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
Exametro	Em	10 18 = 1 000 000 000 000 000 000 m
Peptametro	Pm	10 15 = 1 000 000 000 000 000 m
Terametro	Tm	10 12 = 1 000 000 000 000 m
Gigametro	Gm	10 9 = 1 000 000 000 m
Megametro	Mm	10 6 = 1 000 000 m
Quilômetro	km	10 3 = 1 000 m
Hectômetro	hm	10 2 = 100 m
Decâmetro	dam	10 1 = 10 m
Metro	m	1 =1m
Decímetro	Dm	10 -1 = 0,1 m
Centímetro	cm	10 -2 = 0,01 m
Milímetro	mm	10 -3 = 0,001 m
Micrometro	Mm	10 -6 = 0,000 001 m
Nanômetro	nm	10 -9 = 0,000 000 001 m
Picometro	pm	10 -12 = 0,000 000 000 001 m
Fentometro	fm	10 -15 = 0,000 000 000 000 001 m
Attometro	am	10 -18 = 0,000 000 000 000 000 001 m

Polegada, Fração Decimal

A polegada divide-se em frações ordinárias de denominadores iguais a: 2, 4, 8,16, 32, 64, 128... Temos, então, as seguintes divisões da polegada:

1/2" (meia polegada)
1/4" (um quarto de polegada)
1/8" (um oitavo de polegada)
1/16" (um dezesseis avos de polegada)
1/32" (um trinta e dois avos de polegada)
1/64" (um sessenta e quatro avos de polegada)
1/128" (um cento e vinte e oito avos de polegada)

Os numeradores das frações devem ser números ímpares;
Quando o numerador for par, deve-se proceder à simplificação da fração;

Conversões

Sempre que uma medida estiver em uma unidade diferente da dos equipamentos utilizados, deve-se convertê-la (ou seja, mudar a unidade de medida).

Para converter polegada fracionária em milímetro metro, deve-se multiplicar o valor em polegada fracionária por 25,4.

Exemplos:

a) 2" = 2 x 25,4 = 50,8 mm

b) 3/8 = $\frac{3 \times 25,4}{8} = 9,525$

A conversão de milímetro em polegada fracionária é feita dividindo-se o valor em milímetro por 25,4 e multiplicando-o por 128. O resultado deve ser escrito como numerador de uma fração cujo denominador é 128. Caso o numerador não dê um número inteiro, deve-se arredondá-lo para o número inteiro mais próximo.

Exemplos:

a) 12,7 mm

$$12,7\text{mm} = \frac{\left(\frac{12,7}{25,4}\right) \times 128}{128} = \frac{0,5 \times 128}{128} = \frac{64''}{128}$$

simplificando:

$$\frac{64''}{128} = \frac{32''}{64} = \frac{16''}{32} = \frac{8''}{16} = \frac{4''}{8} = \frac{2''}{4} = \frac{1''}{2}$$

b) 19,8 mm

$$19,8\text{ mm} = \frac{\left(\frac{19,8}{25,4}\right) \times 128}{128} = \frac{99,77}{128}$$

arredondando : $\frac{100''}{128}$

simplificando:

$$\frac{100''}{128} = \frac{50''}{64} = \frac{25''}{32}$$

Regra Prática:

Para converter milímetro em polegada ordinária, basta multiplicar o valor em milímetro por 5,04, mantendo-se 128 como denominador arredondar, se necessário.

Exemplos:

a) $\frac{12,7 \times 5,04}{128} = \frac{64,008}{128}$ arredondando: $\frac{64}{128}''$, simplificando: $\frac{1}{2}''$

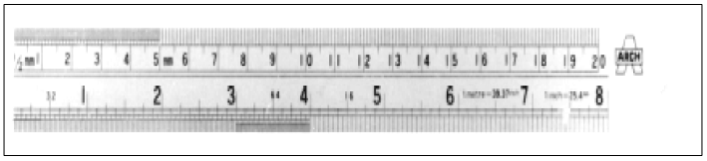
b) $\frac{19,8 \times 5,04}{128} = \frac{99,792}{128}$ arredondando: $\frac{100}{128}''$, simplificando: $\frac{25}{32}''$

Observação: O valor 5,04 foi encontrado pela relação $\frac{128}{25,4} = 5,03937$ que arredondada é igual a 5,04.

6.6 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Régua Graduada

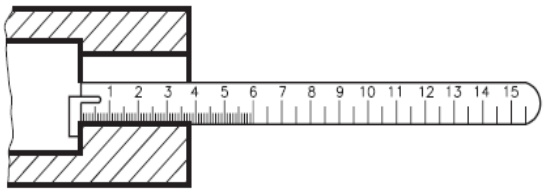
A régua graduada, o metro articulado e a trena são os mais simples entre os instrumentos de medida linear. A régua apresenta-se, normalmente, em forma de lâmina de aço-carbono ou de aço inoxidável. Nessa lâmina estão gravadas as medidas em centímetro (cm) e milímetro (mm), conforme o sistema métrico, ou em polegada e suas frações, conforme o sistema inglês.



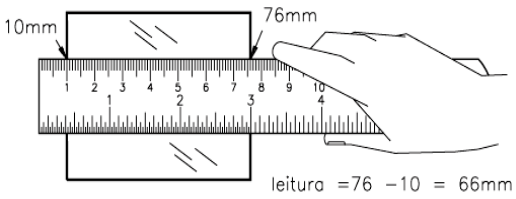
Utiliza-se a régua graduada nas medições com, erro admissível. Superior à menor graduação. “Normalmente, essa graduação equivale a 0,5 mm”. As réguas graduadas apresentam-se nas dimensões de 150, 200, 250, 300, 500, 600, 1000, 1500, 2000 e 3000 mm. As mais usadas na oficina são as de 150 mm (6") e 300 mm (12").

Tipos e Usos

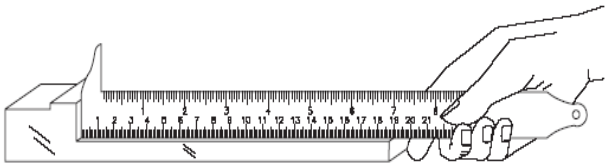
Régua de Encosto Interno: Destinada a medições que apresentem faces internas de referência.



Régua sem Encosto: Nesse caso, devemos subtrair do resultado o valor do ponto de referência.



Régua com Encosto: Destinada à medição de comprimento a partir de uma face externa, a qual é utilizada como encosto.



As réguas acima descritas são utilizadas para medição de deslocamentos em máquinas-ferramenta, controle de dimensões lineares, traçagem etc.

Características de uma Boa Régua Graduada

De modo geral, uma escala de qualidade deve apresentar bom acabamento, bordas retas e bem definidas, e faces polidas.

As réguas de manuseio constante devem ser de aço inoxidável ou de metais tratados termicamente. É necessário que os traços da escala sejam gravados, bem definidos, uniformes, eqüidistantes e finos.

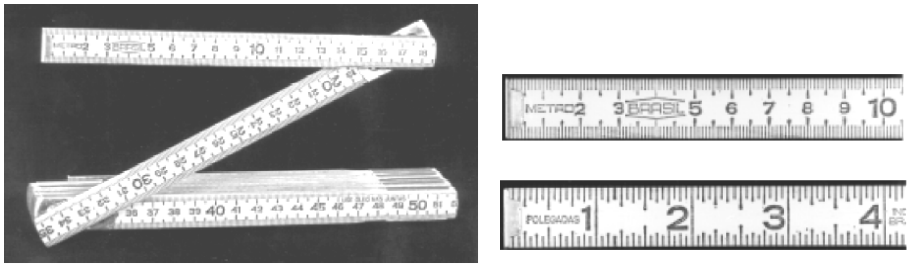
A retitude e o erro máximo admissível das divisões obedecem a normas internacionais.

Conservação

- Evitar que a régua caia ou a escala fique em contato com as ferramentas comuns de trabalho.
- Evitar riscos ou entalhes que possam prejudicar a leitura da graduação.
- Não flexionar a régua: isso pode empená-la ou quebrá-la.
- Não utilizá-la para bater em outros objetos.
- Limpá-la após o uso, removendo a sujeira. Aplicar uma leve camada de óleo fino, antes de guardar a régua graduada.

Metro Articulado

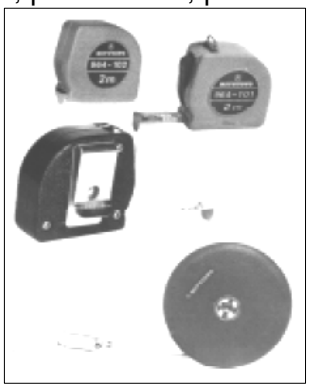
O metro articulado é um instrumento de medição linear, fabricado de madeira, alumínio ou fibra. A leitura das escalas de um metro articulado é bastante simples: faz-se coincidir o zero da escala, isto é, o topo do instrumento, com uma das extremidades do comprimento a medir. O traço da escala que coincidir com a outra extremidade indicará a medida.



No comércio o metro articulado é encontrado nas versões de 1 m e 2 m.

Trena

Trata-se de um instrumento de medição constituído por uma fita de aço, fibra ou tecido, graduada em uma ou em ambas as faces, no sistema métrico e/ ou no sistema inglês, ao longo de seu comprimento, com traços transversais. Em geral, a fita está acoplada a um estojo ou suporte dotado de um mecanismo que permite recolher a fita de modo manual ou automático. Tal mecanismo, por sua vez, pode ou não ser dotado de trava. A fita das trenas de bolso são de aço fosfatizado ou esmaltado e apresentam largura de 12, 7 mm e comprimento entre 2 m e 5 m.



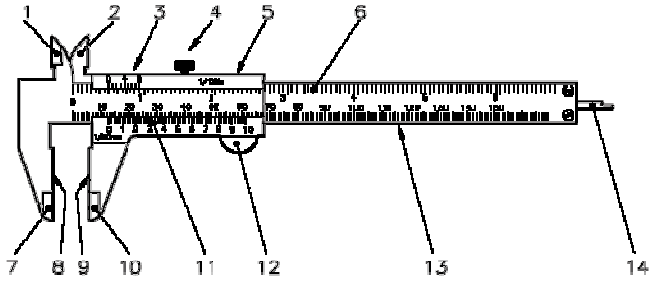
Quanto à geometria, as fitas das trenas podem ser planas ou curvas. As de geometria plana permitem medir perímetros de cilindros, por exemplo.

Não se recomenda medir perímetros com trenas de bolso cujas fitas sejam curvas.

As trenas apresentam, na extremidade livre, uma pequenina chapa metálica dobrada em ângulo de 90º. Essa chapa é chamada encosto de referência ou gancho de zero absoluto.

Paquímetro

O paquímetro é um instrumento usado para medir as dimensões lineares internas, externas e de profundidade de uma peça. Consiste em uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor.



1. orelha fixa
2. orelha móvel
3. nônio ou vernier (polegada)
4. parafuso de trava
5. cursor
6. escala fixa de polegadas
7. bico fixo
8. encosto fixo
9. encosto móvel
10. bico móvel
11. nônio ou vernier (milímetro)
12. impulsor
13. escala fixa de milímetros
14. haste de profundidade

O cursor ajusta-se à régua e permite sua livre movimentação, com um mínimo de folga. Ele é dotado de uma escala auxiliar, chamada nônio ou vernier. Essa escala permite a leitura de frações da menor divisão da escala fixa.

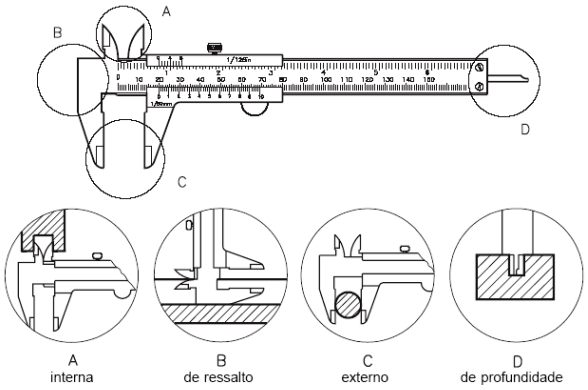
O paquímetro é usado quando a quantidade de peças que se quer medir é pequena. Os instrumentos mais utilizados apresentam uma resolução de:

0,05 mm, 0,02 mm.

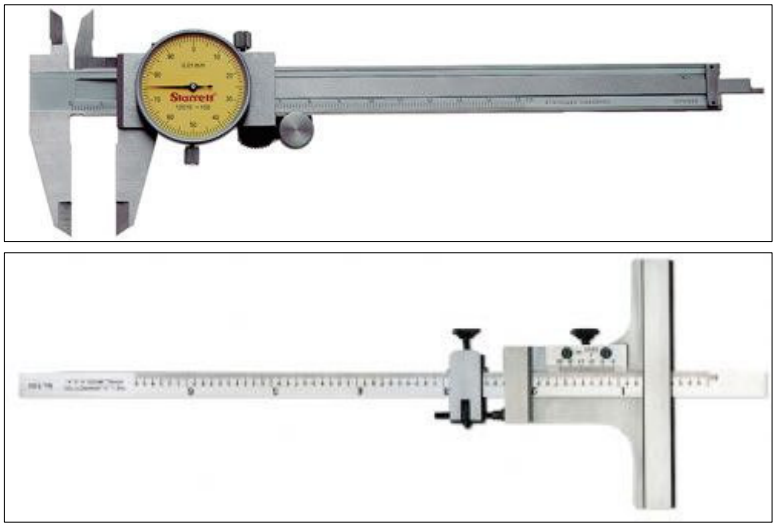
As superfícies do paquímetro são planas e polidas, e o instrumento geralmente é feito de aço inoxidável. Suas graduações são calibradas a 20ºC.

Tipos e usos

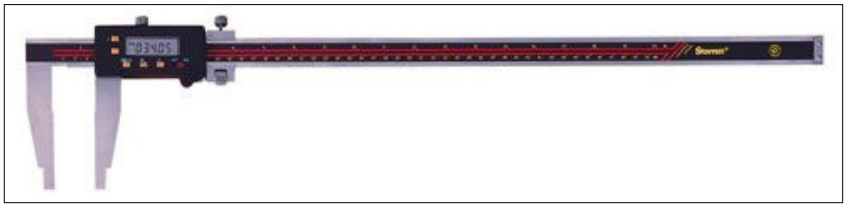
Paquímetro Universal: É utilizado em medições internas, externas, de profundidade e de ressaltos. Trata-se do tipo mais usado.



Paquímetro Universal com Relógio: O relógio acoplado ao cursor facilita a leitura, agilizando a medição interna externo de profundidade de ressalto.



Paquímetro de profundidade com Nônio ou Vernier



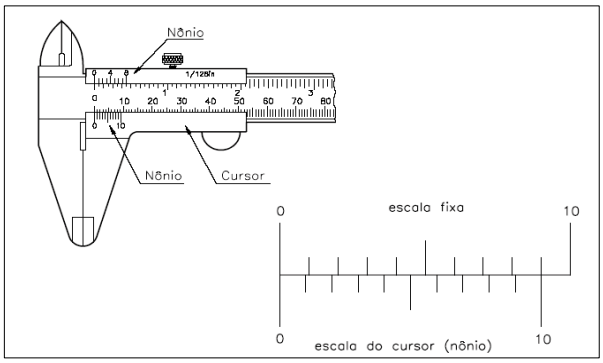
Paquímetro digital projetado para trabalhos pesados com conversão imediata de mm em Polegadas

Paquímetro digital de profundidade haste com gancho

Paquímetro universal digital

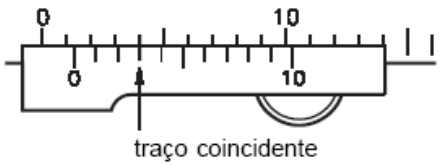
Princípio de Nônio

A escala do cursor é chamada de Nônio ou vernier, em homenagem ao português Pedro Nunes e ao francês Pierre Vernier, considerados seus inventores.

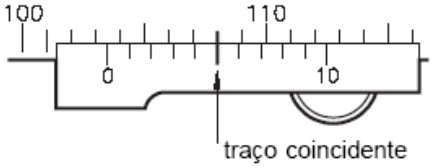


Processo de Leitura de Medidas com o Paquímetro

Leitura no Sistema Métrico: Na escala fixa ou principal do paquímetro, a leitura feita antes do zero do nônio corresponde à leitura em milímetro.
Em seguida, você deve contar os traços do nônio até o ponto em que um deles coincidir com um traço da escala fixa.
Depois, você soma o número que leu na escala fixa ao número que leu no nônio.
Para você entender o processo de leitura no paquímetro, são apresentados, a seguir, dois exemplos de leitura.



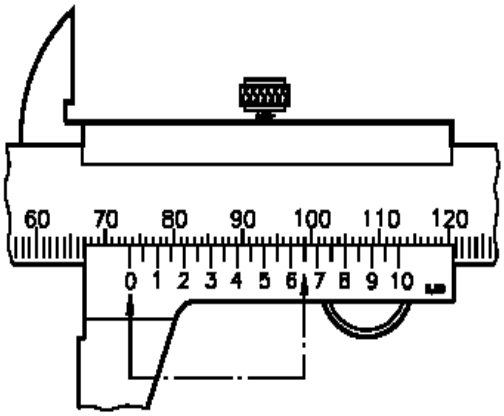
Leitura
1,0 mm → escala fixa
0,3 mm → nônio (traço coincidente: 3º)
1,3 mm → total (leitura final)



Leitura
103,0 mm → escala fixa
0,5 mm → nônio (traço coincidente: 5º)
103,5 mm → total (leitura final)

Escala em Milímetro com 20 divisões

Resolução = $\frac{1mm}{20}$ = 0,05



Leitura
73,00 mm → escala fixa
0,65 mm → nônio
73,65 mm → total

7 METAIS DE BASE

7.1 DEFINIÇÕES IMPORTANTES

Metal

É genericamente toda substância mineral que se apresenta em estado sólido à temperatura ambiente — com a única exceção do mercúrio — e que se caracteriza por brilho característico, opacidade, dureza, ductibilidade (que permite que o material seja esticado em arames finos) e maleabilidade (que possibilita sua redução a lâminas delgadas). Incluem-se nessa definição tanto os metais propriamente ditos (ouro, prata, ferro, etc.), como algumas ligas (bronze e latão por exemplo). Outras propriedades físicas que caracterizam o metal são sua elevada densidade, boa fusibilidade e, principalmente, os altos coeficientes de condutividade térmica e elétrica.

Liga Metálica

Uma liga é uma mistura, com propriedades específicas, que contem ao menos dois elementos metálicos. Exemplos das ligas são: aço (ferro, carbono e outros), latão (cobre e zinco), bronze (cobre e estanho, podendo conter outros elementos) e duraluminio (alumínio e cobre, podendo conter outros elementos). Praticamente todos os aços contém, além do carbono, os elementos silício e manganês. Os elementos enxofre e fósforo, encontram-se presentes como impurezas. Aços inoxidáveis contém, além dos elementos contidos nos aços normais, cromo, níquel e, em alguns casos, molibdênio. Aços especiais podem conter : cobalto, vanádio, tungustênio, alumínio, cobre, boro e outros .Os metais se oxidam, isto é, quando expostos ao oxigênio, [muitas vezes em ambiente úmido (com H2O)], combinam se com ele formando um óxido, que não possui algumas das principais propriedades dos metais como o brilho e a ductilidade. No ferro por exemplo, esta camada de óxido é o que se dá o nome de ferrugem.

Principais Propriedades Mecânicas dos Aços

- Condutibilidade: térmica, elétrica;
- Ductibilidade: capacidade de ser transformada em fios;
- Maleabilidade: ser maleável, e ter a capacidade de ser transformado em uma lâmina;
- Elasticidade: ser esticado e voltar ao normal;
- Tenacidade: resistência à tração;
- Ponto de fusão e ponto de ebulição altos;

7.2 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS AÇOS (ANSI/ SAE)

Aços Carbonos Comuns

São ligas formadas basicamente por ferro e carbono e apresenta pequena quantidade de impurezas

Aços Carbono Resulfurados

São aços que contem teor de enxofre maior que os comuns.

Aços carbonos Resulfurados ou Refosforados

São aços que contem enxofre e fósforo em teores maiores que os comuns

Aço - Liga

São aços que contem elementos adicionados intencionalmente para melhorar suas características.

Existem atualmente dois sistemas numéricos de classificação. Os institutos, AISI e SAE criaram códigos para definir os elementos da liga e o conteúdo de carbono dos aços. A classificação AISI/SAE utiliza quatro dígitos para designar os materiais. Os dois primeiros números representam os principais elementos que compõem a liga. Os dois últimos números indicam a quantidade de carbono presente, em centésimos de porcentagem.

Tipo	AISI/SAE	Principais Elementos da Liga
Aço Carbono		
Puro	10xx	Carbono
Corte Fácil	11xx	Carbono adicionado com enxofre
Ligas de Aço		
Manganês	13xx	1,75% de manganês
	15xx	1,00 a 1,65% de manganês
Níquel	23xx	3,50% de níquel
	25xx	5,00% de níquel
Cromo-níquel	31xx	0,64 a 0,80% de cromo e 1,25% de níquel
	33xx	1,55% de cromo e 3,50% de níquel
Molibdênio	40xx	0,25% de molibdênio
	44xx	0,40 a 0,52% de molibdênio
Cromo-molibdênio	41xx	0,95% de cromo e 0,20% de molibdênio
Cromo-níquel-molibdênio	43xx	0,50 a 0,80% cromo, 1,82% níquel, e 0,25% molibdênio
	47xx	0,45% cromo, 1,45% níquel, e 0,20 a 0,35% molibdênio
Níquel-molibdênio	46xx	0,82 a 1,82% de níquel e 0,25% de molibdênio
	48xx	3,50% de níquel e 0,25% de molibdênio
Cromo	50xx	0,27 a 0,65% de cromo
	51xx	0,80 a 1.05% de cromo
	52xx	1,45% de cromo
Cromo-vanádio	61xx	0,60 a 0,95% de cromo e 0,10 a 0,15% de vanádio

Exemplo: SAE 1030 - aço ao carbono com 0,3% de C.

Para obtenção de soldas de alta qualidade e necessário que o metal de base a ser soldado seja identificado de forma correta pois a maioria das ligas metálicas são soldáveis, mas algumas oferecem maior dificuldades do que outras sendo necessário a identificação da mesma para escolha do procedimento e ou parâmetros para soldagem adequado.

A American Welding Society (AWS) define soldabilidade como “a capacidade de um material ser soldado nas condições de fabricação impostas por uma estrutura projetada de forma adequada e de se comportar adequadamente em serviço”.

Segundo Modenesi algumas indagações precisam ser observadas na escolha do metal de base:

- O metal de base é adequado para aplicação desejada ? isto é ele possui as propriedades físicas e químicas adequadas e necessárias para resistir aos requerimentos da aplicação.
- O projeto da estrutura soldada e de suas soldas é adequado para o uso pretendido.
- O metal de base a ser soldado apresenta boas características em função do processo de soldagem aplicado.

É necessário então avaliar a própria junta, Idealmente a junta deveria apresentar resistência mecânica, ductilidade, tenacidade, resistência à fadiga e a corrosão uniforme ao longo da solda e as propriedades similares dos materiais.

Na maioria dos casos, a produção de uma solda envolve o uso de calor e/ou deformação plástica, resultando em uma estrutura metalúrgica diferente da do metal base. Soldas também podem apresentar descontinuidades como vazios, trincas, material incluso, etc.

Três tipos de problemas inter-relacionados devem ser considerados:

- Problemas na zona fundida ou na zona termicamente afetada que ocorrem durante ou imediatamente após a operação de soldagem, como poros, trincas de solidificação, trincas induzidas pelo hidrogênio, perda de resistência mecânica, etc.
- Problemas na solda ou no material adjacente que ocorrem nas etapas de um processo de fabricação posterior a soldagem. Incluem a quebra de componentes na região da solda durante processos de conformação mecânica.
- Problemas na solda ou no material adjacente que ocorrem em um certo momento durante o serviço da estrutura soldada. Estes podem ser, por exemplo, aparecimento e propagação de trincas por diversos fatores, problemas de corrosão, fluência, etc.

7.3 SOLDAGEM DE AÇOS

Soldagem de Aços Carbono e de Baixa Liga

O maior problema destes aços é a formação de trincas induzidas pelo hidrogênio, principalmente na zona termicamente afetada, podem ainda ocorrer problemas de porosidade, mordeduras, falta de fusão, corrosão, etc.

Aços de Baixo Carbono e Aços Doces

Aços de baixo carbono incluem as series AISI C-1008 e C1025.

Para soldagem com eletrodo revestidos, eletrodos da classe AWS E60XX e E70XX fornecem resistência mecânica suficiente para soldagem destes aços. Eletrodos E60XX devem ser usados para aços com limite de escoamento inferior a 350 MPa.

Eletrodos E70XX devem ser usados com aços com limite de escoamento de ate 420 MPa.

Aços de Médio Carbono

Estes aços incluem as series AISI entre C -1030 e C-1050

Um pré-aquecimento entre 150 e 260 º C pode ser necessário pós-aquecimento é recomendado algumas vezes para aliviar tensões residuais e reduzir a dureza que pode ser causada por resfriamento rápido após a soldagem.

Esses aços podem ser soldados pelos mesmos processos usados para soldagem de aços de baixo carbono.

Aços de Alto Carbono

Estes aços incluem as series AISI C-1050 e C -1095.

A soldagem destes aços necessita de cuidados especiais.

Eletrodos/processos de baixo hidrogênio precisam ser usados com um preaquecimento entre 200 e 320º C, especialmente para peças mais pesadas.

Um tratamento térmico após a soldagem (alívio de tensões ou mesmo recozimento) é usualmente especificado.

Os mesmos processos de soldagem podem ser usados para estes aços.

Aços de Baixa Liga

Estes aços são soldados, no processo eletrodo revestido, com eletrodos das classes E80XX, E90XX e E100XX na norma AWS A5.5.

Para a seleção do metal de adição para estes aços. Alem das propriedades mecânicas, é necessário considerar detalhes da sua composição química.

Aços de Baixa Liga ao Níquel

De ate 260º C 200° incluem aços das series AISI 2315, 2515 e 2517.

Pré-aquecimento não é necessário para %C < 0,15, exceto para juntas de grande espessura.

Para maiores teores de carbono, um pré-aquecimento de ate 260º C deve ser usado, embora para juntas de cerca de 7mm, este possa ser dispensado. Eletrodos

de baixo hidrogênio com sufixo C1 ou C2 devem ser usados dependendo do teor de níquel do metal de base.

Aços Baixa Liga ao Manganês

Pré-aquecimento não é necessário para teores menores de carbono manganês.

Para C > 0,25%, um pré -aquecimento entre 120 e 150º C é necessário.

Para maiores teores de carbono e manganês e para juntas de grande espessura, a temperatura de pré-aquecimento pode atingir 300º C, sendo recomendado o uso

de alivio de tensões.

Eletrodos E80XX e E90XX com sufixos A1, D1 e D2 devem ser usados.

Aços de Baixa Liga ao Cromo

Este grupo inclui os aços dos tipos AISI 5 015, 5160, 50100, 51100 e 52100.

Aços com teor de carbono próximos do seu limite inferior podem ser soldados sem nenhum cuidado especial.

Para maiores teores de carbono (e de cromo), a temperabilidade é aumentada de forma pronunciada e pré-aquecimentos de ate 400º C podem ser necessários, particularmente para juntas de grande espessura. Eletrodos revestidos com sufixo B devem ser usados.

Aços Resistentes ao Tempo (Aços Patináveis)

São aços de baixa liga que podem ser expostos ao ambiente sem serem pintados, sendo protegidos por uma densa camada de oxido que se forma naturalmente. Estes aços estão cobertos pela especificação ASTM A242.

Formulas de carbono equivalente (CE), são comumente usadas para estimar a necessidade de cuidados especiais na soldagem de um aço, seguindo a seguinte expressão:

$$CE = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Mo}{4} + \frac{\%Cr}{5} + \frac{\%Ni}{15} + \frac{\%Cu}{15} + \frac{\%P}{3}$$

O CE deve ser calculado pela composição real do aço, quando não for possível devem ser usados os teores máximos na faixa da especificação do aço.

- Para C < 0,40, o aço é considerado facilmente soldável.
- Quando CE > 0,60, deve-se usar pré-aquecimento para juntas acima de 20mm.
- Quando CE > 0,90, um pré-aquecimento a uma temperatura elevada é absolutamente necessário para todos os casos, exceto para juntas de espessura muito pequena.

7.4 SOLDAGEM DE AÇOS LIGADOS

Aços Estruturais Temperados e Revenidos

Estes aços são cobertos pelas especificações ASTM A514/A517 e outras. Para soldagem de aços da classe ASTM A514/A517, um baixo aporte térmico é utilizado para se conseguir uma resistência mecânica adequada na junta. Três fatores devem ser considerados:

- O uso do metal de adição adequado;
- O uso do correto aporte térmico;
- A estrita obediência ao procedimento de soldagem recomendado.

O processo comumente usado na soldagem destes aços é eletrodo revestido, arco submerso e arame tubular, dependendo da disponibilidade de consumíveis.

O processo TIG também é utilizado, mas é restrito a juntas de menor espessura.

Qualquer que seja o processo de soldagem é essencial garantir que o nível de hidrogênio na solda seja mínimo devido ao risco de formação de trincas. Isto significa a utilização de consumíveis de baixo hidrogênio, uma secagem adequada e a preparação de uma junta limpa.

Na soldagem com eletrodo revestido, eletrodos de baixo hidrogênio da classe E11018 ou E 12018 devem ser utilizados para garantir uma resistência mecânica mínima na junta.

Juntas de pequenas espessuras (25 mm) podem ser soldadas a temperaturas próximas a ambiente.Maiores espessuras precisam de um pré-aquecimento em torno de 100º C e temperaturas maiores podem ser utilizadas para juntas com pequena liberdade de movimento (alta restrição) devido às elevadas tensões residuais que podem desenvolver.

Aços Cromo-Molibidênio

Os processos mais comumente usados para soldagem de aços Cr-Mo, eletrodo revestido, TIG e MIG/MAG, embora arco submerso e arame tubular também possam ser usados, para qualquer processo é importante selecionar um metal de adição similar ao metal de base.

No processo de eletrodo revestido, eletrodos com sufixo B são utilizados variando de B1 a B4, para maiores teores de liga eletrodos especiais são usados.

O procedimento de soldagem deve incluir pré-aquecimento (com temperaturas de ate 370º C) e, muitas vezes pós-aquecimento em função da temperabilidade destes aços. Temperaturas de tratamentos térmicos variam de 620 a 705º C, as menores temperaturas são usadas para menores espessuras.

No caso de interrupção da soldagem antes do seu termino, a junta deve ser resfriada lentamente e tratada termicamente antes do reinicio da soldagem.

7.5 SOLDAGEM DE AÇOS INOXIDÁVEIS

Os três processos mais utilizados para soldagem de aços inoxidáveis são eletrodo revestido, TIG e MIG/MAG, embora vários outros sejam também usados. O processo de eletrodo revestido é utilizado em serviços em geral, particularmente no campo e em diferentes posições. O processo TIG é amplamente utilizado na soldagem de peças de aço inoxidável de menor espessura. O processo MIG/MAG é utilizado para juntas mais espessas, sendo um processo de maior produtividade.

As diferenças de propriedades físicas entre aços comuns e os inoxidáveis implicam em diferenças nos procedimentos de soldagem. As principais diferenças são:

- Menor temperatura de fusão.
- Menor condutividade térmica.
- Maior coeficiente de expansão térmica.
- Maior resistência elétrica.

7.6 SOLDAGEM DE FERROS FUNDIDOS

Os ferros fundidos apresentam varias características que dificultam a sua soldagem, destacando-se:

- Alto teor de carbono e, em geral, de fósforos e de enxofre.
- Tendência à formação de cementita na região da solda devido às velocidades de resfriamento relativamente elevadas associadas com a soldagem.
- Baixa ductilidade do metal de base e de sua zona termicamente afetada.
- Estrutura porosa dos ferros fundidos cinzento, maleável e nodular favorece a absorção de graxas e outras sujeiras durante o seu uso.

Ferros fundidos brancos são considerados, em geral não soldáveis devido a sua extrema fragilidade. A soldagem é utilizada em ferros fundidos cinzentos, principalmente para eliminar defeitos de fundição e para reparar peças trincadas ou mesmo fraturas. A soldagem de ferros fundidos pode ser divida em duas:

- Procedimentos que fornecem um metal de depositado de composição similar ao metal de base (ferro fundido).
- Procedimentos que fornecem um metal depositado de aço ou ligas com um elevado teor de metais não ferrosos (cobre/níquel).

O primeiro método é usado para reparar defeitos em peças fundidas e utiliza um pré-aquecimento de 300 a 700º C e, em geral, um tratamento térmico após a soldagem. Durante a soldagem, forma-se uma grande poça de fusão, favorecendo a

remoção de gases e inclusões não metálicas na zona fundida. O resfriamento da solda é mantido bem lento (não mais do que 50 a 100º C/h) dificultando a formação de ledeburita e de martensita na Zona Fundida e na Zona Termicamente Afetada. Os principais processos de soldagem usados neste tipo de procedimento são oxigás, eletrodo revestido e arame tubular.

No segundo método, a soldagem é, feita sem pré-aquecimento ou com um preaquecimento mínimo com a deposição de passes curtos e espaçados e com

baixa energia de soldagem de modo a minimizar a extensão das regiões afetadas pela soldagem.

Eletrodos podem ser de metais não ferrosos (ligas de níquel ou de cobre) ou de aço. No primeiro caso, o material não dissolve o carbono nem forma carbonetos, mantendo a Z.F. dúctil e macia.

Eletrodos de aço podem ser de aço inoxidável austenistico ou de aços especiais com elevado teor de elementos formadores de carboneto, neste caso o deposito tende a ter uma dureza mais elevada, não sendo, em geral usinável, normalmente realizado com eletrodo revestido.

7.7 SOLDAGEM DE METAIS NÃO FERROSOS

Alumínio e suas ligas

O alumínio apresenta diferenças de propriedades físicas e químicas que levam a diferenças de sua soldagem em comparação com a dos aços:

- Elevada afinidade pelo oxigênio.
- Elevada condutividade térmica.
- Elevado coeficiente de expansão térmica.
- Baixo ponto de fusão (660º C)

Na soldagem de alumínio, o uso de pré-aquecimento e de um maior aporte térmico é comum na soldagem de juntas de maior espessura para garantir a formação da poça de fusão e evitar problemas de falta de fusão, O preaquecimento na soldagem do alumínio não deve ser superior a 205º C.

Os principais problemas metalúrgicos de soldabilidade do alumínio e suas ligas são a formação de porosidade pelo H2, a formação de trincas de solidificação e a perda de resistência mecânica (para metal de base encruado ou endurecível por precipitação).

Os processos mais usados são MIG?MAG e TIG. Em ambos os processos, a seleção do consumível é baseada na composição química e em aspectos mecânicos e metalúrgicos. A especificação de consumíveis para os processos MIG/MAG e TIG é coberta pelas normas AWS A5.3 A5.10.

A soldagem TIG é usada principalmente para juntas de menor espessura.

Os gases de proteção usuais são argônio e o Helio ou misturas de ambos. Maiores teores de Helio permitem uma melhor fusão do metal de base nas causam redução da estabilidade do processo e da remoção de oxido da superfície da junta.

Cobre e suas Ligas

As propriedades que requerem uma atenção especial na soldagem do cobre são:

- Elevada condutividade térmica.
- Elevado coeficiente de expansão térmica.
- Tendência a se tornar frágil a altas temperaturas.
- Ponto de fusão relativamente baixo.
- Baixa viscosidade do metal fundido.
- Elevada condutividade elétrica.

O cobre necessita de um pré-aquecimento maior do que o alumínio, para controle da fusão na sua soldagem, por exemplo, para a soldagem de uma junta de 12mm de espessura, recomenda-se um pré-aquecimento de cerca de 400º C para soldagem TIG com argônio.

O cobre apresenta grande potencial para problemas de distorção.

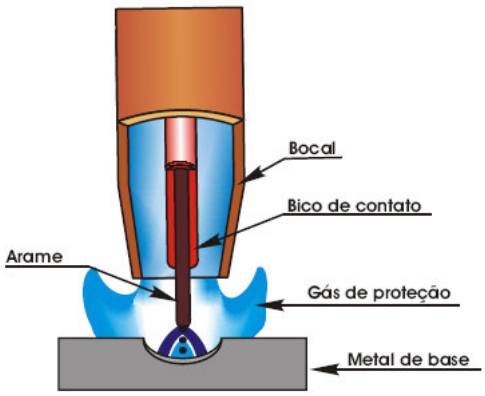
Ligas de cobre e zinco não devem ser soldadas a arco, pois a elevada temperatura deste pode levar a vaporização de parte do zinco na poça de fusão.

Os processos mais usados para soldagem do cobre e suas ligas são TIG e MIG/MAG. A soldagem TIG é feita normalmente com corrente continua e eletrodo negativo e proteção de argônio, hélio ou misturas de ambos destes dois gases.

Para ligas de cobre e alumínio, pode ser necessário o uso de corrente alternada para limpeza superficial. O processo MIG/MAG é usado para soldagem de peças de maior espessura.

8 Fundamentos do processo de soldagem MIG/MAG

A soldagem MIG/MAG usa o calor de um arco elétrico formado entre um eletrodo (arame) nu (sem revestimento) alimentado de uma maneira contínua até o metal de base. O calor funde a extremidade do eletrodo (arame) e a superfície do metal de base (peça) para formar a solda.



A proteção do arco e da poça de fusão (metal fundido) vem inteiramente de um gás alimentado externamente, o qual pode ser inerte, ativo ou mistura destes. Argônio, Hélio, CO (dióxido de carbono) e O_2

MIG

M - Metal **I** - Inerte **G** - Gás	**Usa como proteção do arco elétrico e da poça de fusão, gás inerte ou misturas inertes.**

MAG

M - Metal **A** - Ativo **G** - Gás	**Usa como proteção do arco elétrico e da poça de fusão, gás ativo ou mistura de gases.**

8.1 GASES DE PROTEÇÃO PARA SOLDAGEM MIG/MAG

Gases inertes

- Argônio
- Helio

São gases que têm como característica na se combinar (reagir) com outros elementos durante a soldagem mesmo em altas temperaturas.

Gases ativos

- Co2 (Dióxido de carbono)
- O2 (Oxigênio)
- N2 (Nitrogênio)

São gases que têm como característica reagir durante a soldagem com outros elementos durante a soldagem alterando a largura e a penetração do cordão de solda.

Mistura de gases inertes e ativos

Quando na mistura contém mais de 3% de gás ativo, o gás de proteção perde as características de inerte.

MIG M:
Diz quando se trabalha com mistura de gases:
Exemplos: Argônio (Ar) + 1% de Oxigênio (O) **2**
Argônio + 2% de Oxigênio
Argônio + 3% de Oxigênio

OBS. A finalidade de adicionar até 3% de gás ativo no argônio é para estabilizar o arco elétrico de soldagem.

Exemplo:
Para a soldagem do aço inoxidável a mistura ideal é 98% de argônio + 2% de oxigênio.

OBS. Com a porcentagem acima de 3% de oxigênio, há uma reação com os elementos,
provocando a oxidação do aço inoxidável.

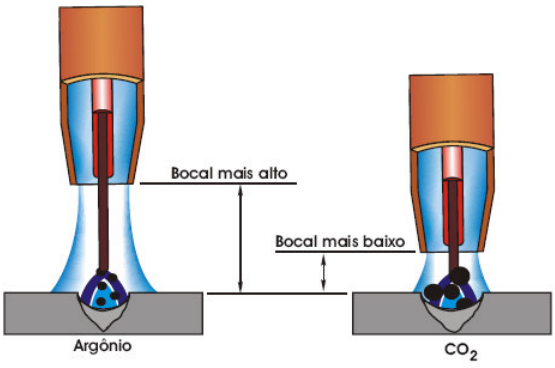
MAG M:
Diz quando se trabalha com mistura de gases:
Exemplos: 75% Argônio + 25% CO**2**
80% Argônio + 20% CO**2**
88% Argônio + 10% CO2 + 2% O2

MAG C:
Diz quando se trabalha com CO2 puro (100%).

Nota:
O CO2 (dióxido de carbono) em temperatura ambiente é inerte, mas quando submetido a altas temperaturas do arco, se decompõe em CO e O2
Segundo a reação: 2CO2 ------ 2CO + O2 , tornando-o ativo.

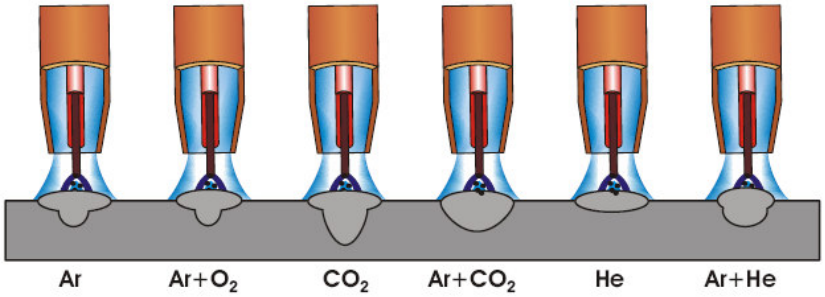
8.2 INFLUÊNCIA DOS GASES DE PROTEÇÃO NA SOLDAGEM

O gás de proteção tem grande influência na forma do arco elétrico.
O argônio proporciona um arco mais estável, aumenta a freqüência de transferência das gotas, além de reduzir a freqüência de curtos-circuitos entre as mesmas gotas e a poça de fusão.
Com a utilização do CO_2, obtém-se um arco elétrico mais concentrado, que oferece uma boa penetração.
A transferência se processa em forma de glóbulos que se destacam do arame eletrodo por pinçamento, sendo muitas vezes lançados na direção contrária por um componente denominado força do arco elétrico, de origem eletromagnética.
Com CO_2 trabalha-se com arco elétrico mais curto e com argônio mais longo.



8.3 PENETRAÇÃO E PERFIL DO CORDÃO

As figuras abaixo ilustram a influência do gás de proteção na penetração da solda e no perfil do cordão. Tais influências se devem às próprias alterações que ocorrem no arco elétrico.



Observações importantes:

Com argônio puro a penetração é profunda no centro, e menor nas laterais.
Com mistura de argônio e mais 25% de CO**2** a penetração é profunda no centro e maior nas laterais.
Com CO**2** puro a penetração é menor no centro e maior nas laterais.

Superfície dos cordões de solda:

MIG: Em soldagem de alumínio e aço inox não tem escória.

MAG: Quando usamos arame de aço cobreado (AWS ER 70S-6 ou ER70S-3), um filme vítreo (que tem aspecto de vidro) de sílica se forma proveniente de alto silício contido na composição, o qual deve ser tratado como escória.
Quando usamos arame tubular, no seu interior possui fundentes, estabilizadores do arco e desoxidantes, formadores de escória.

As maiores vantagens do processo

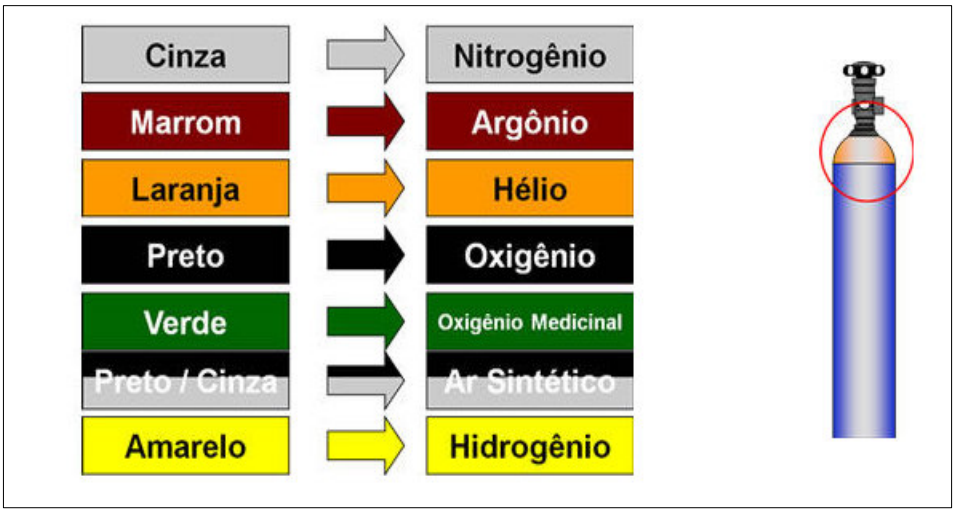
- Taxa de deposição maior que o processo com eletrodo revestido;
- Baixa geração de fumaça;
- Larga capacidade de aplicação;
- Alta versatilidade, todas as posições;
- Soldagem em uma ampla faixa de espessura e materiais.

O processo de soldagem MIG/MAG pode ser: Automático ou semi-automático

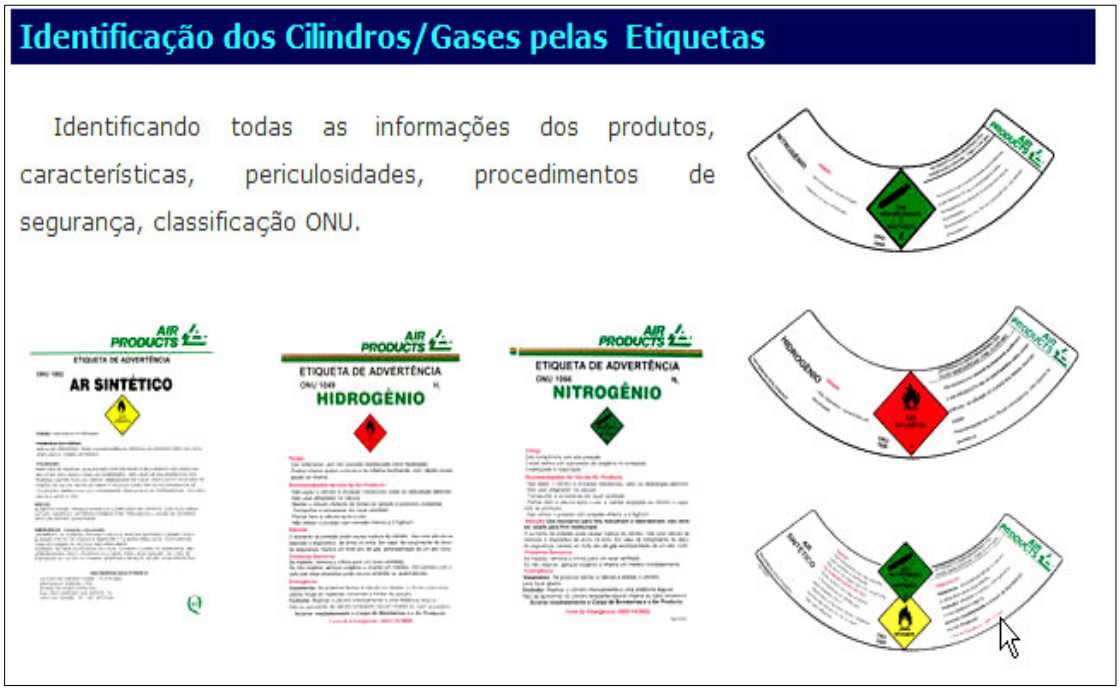
No processo semi-automático (semi = meio) o arame eletrodo é alimentado automaticamente através de uma pistola, o soldador controla a inclinação do bocal, a altura bocal x peça, a velocidade de deslocamento (avanço) e os movimentos pendulares.

8.4 PADRONIZAÇÕES DAS CORES DOS CILINDROS PARA GÁS SOBRE PRESSÃO

É fácil imaginar as desastrosas conseqüências que podem advir do uso de um determinado gás em lugar de outro.
Para evitar que acidentes desse tipo possam ocorrer, os cilindros são pintados em função do seu conteúdo através de um código de cores, prescrito pela norma brasileira NB 46 da ABNT.
As cores que identificam os principais gases são:



Outras formas de identificação do gás



8.5 CILINDROS DE GÁS

Os gases são acondicionados e transportados em vasos de pressão, denominados cilindros.

Definições das partes de um cilindro

Os seguintes termos devem ser usados ao serem mencionados as partes dos cilindros:

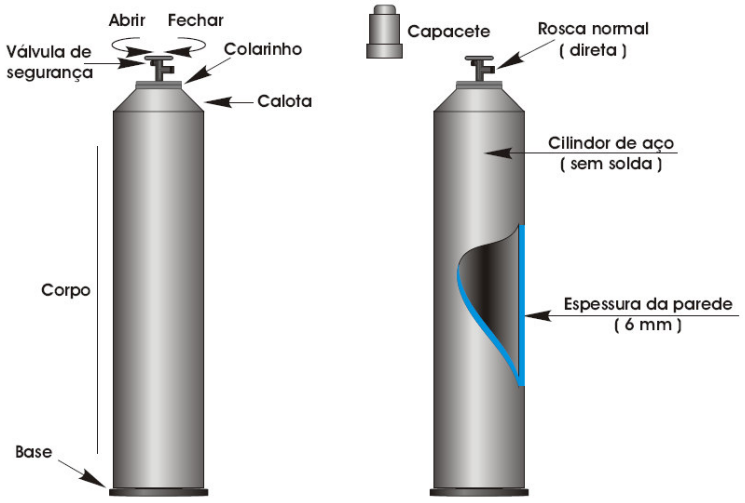
Base: Parte do cilindro de configuração tal que permita estabilidade do mesmo em posição vertical.

Calota: Parte cônica do cilindro que está entre o registro e o corpo.

Colarinho: Peça fixada na calota, logo abaixo do registro, provida de rosca externa para atarrachamento do capacete.

Capacete: Peça destinada a proteger a válvula do cilindro, podendo ser removível ou fixa.
Corpo: Parte do cilindro de segmento reto gerado pela distância entre a base e a calota.

Os gases argônio ou CO2 são comercialmente fornecidos normalmente em cilindros de 6,8m³ ou 10m³, sob pressão que variam desde 155 até 185 atm. (kgf/cm²).

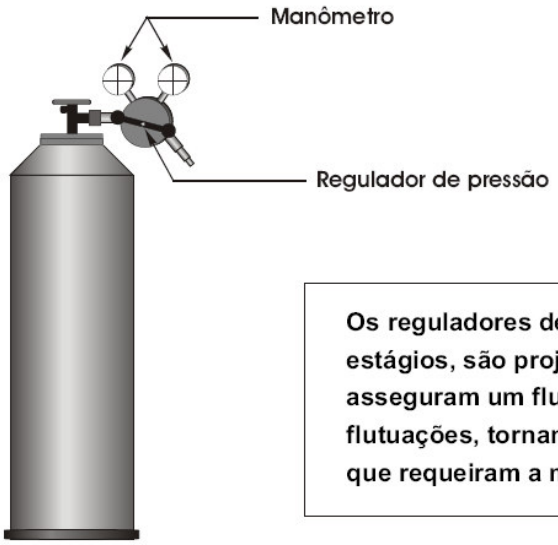


Segurança dos cilindros de gás

Devemos notar que a pressão do cilindro aumenta de 1,7 kgf/cm² a cada 2,1º C de aumento e diminui 1,7 kgf/cm² para cada 2,1º C de queda, tomamos como base a temperatura de 22º C.
Com um aumento de temperatura do gás causa um correspondente aumento de pressão no cilindro, o registro dos cilindros são equipados com um dispositivo de segurança, a qual se abre quando tivermos um aumento anormal de pressão, permitindo ao gás escapar livremente. Por esta razão, os cilindros não devem ser guardados em lugares quentes.
Apesar da sua construção robusta, os cilindros de gás devem ser manejados cuidadosamente, devendo ser transportados em carrinhos, amarrados e com a tampa de proteção da válvula, evite o uso de guinchos magnéticos, ou talhas com corrente, eliminado o perigo de queda, e a respectiva explosão.

8.6 REGULADOR DE PRESSÃO

São acessórios que permitem reduzir a elevada e variável pressão do gás no cilindro a uma pressão de trabalho adequada para a soldagem e manter essa pressão constante durante o processo.



Os reguladores de pressão são geralmente de dois estágios, são projetados com características que asseguram um fluxo de gás constante e sem flutuações, tornando-se importante nos trabalhos que requeiram a máxima precisão e segurança.

Primeiro estágio:

Pré calibrado de fábrica, reduz a pressão de entrada, ou seja, aquela encontrada no cilindro, para uma pressão intermediária.

Segundo estágio:

De ajuste manual, por meio do parafuso de regulagem, reduz a pressão do primeiro estágio à uma pressão desejada para o trabalho.

Precauções de segurança:

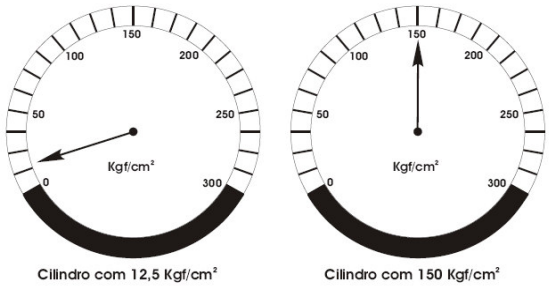
1) O regulador deve ser tratado como um instrumento de precisão, não devendo ser exposto a pancadas, vibrações ou pressões repentinas causadas pela abertura muito rápida do registro do cilindro de gás;
2) Use o regulador somente com o gás para o qual fora projetado;
3) Não opere com pressões de trabalho superiores às recomendadas;
4) Nunca fique em frente ou atrás dos manômetros, quando abrir o registro do cilindro de gás;
5) Verifique todas as conexões quanto a vazamento de gás (use espuma de sabão);
6) Na presença de qualquer vazamento, feche a válvula do cilindro.

Instalação do regulador de pressão no cilindro:

1) Conecte o regulador de pressão na válvula do cilindro;
2) Verifique se o parafuso de regulagem está completamente desatarraxado (solto). Caso não esteja, gire-o no sentido anti-horário até que fique completamente livre;
3) Conecte a mangueira na conexão de saída;
4) Verifique se há vazamento;
5) Caso haja vazamento, elimine-o.

8.7 MANÔMETRO E FLUXÔMETRO

Manômetros:

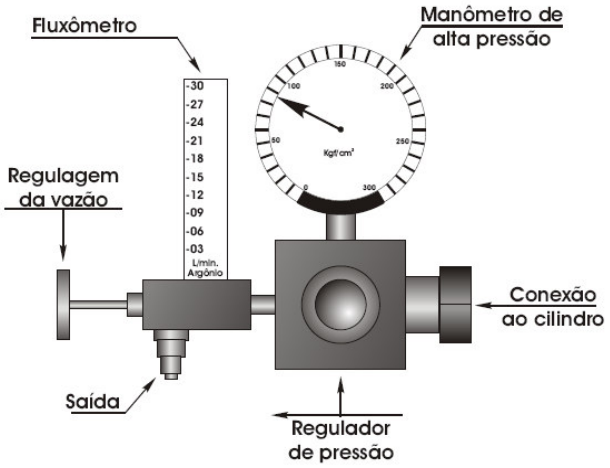


- De alta pressão marca o conteúdo de gás contido no cilindro e sua unidade de media é libras por polegada ao quadrado (lb./pol²) ou quilograma força por centímetro quadrado (kgf/cm²).

- O de baixa pressão em kgf/cm² ou litro por minuto.

Fluxômetro:

Aparelho que serve para medir a velocidade de vazão dos gases, conforme sua densidade (peso).
Esses aparelhos devem ser aferidos de acordo com cada tipo de gás.



9.0 EQUIPAMENTOS E ACESSORIOS PARA SOLDAGEM

O esquema básico de de um equipamento para soldagem pelo o processo de soldagem Mig/Mag é composto de :

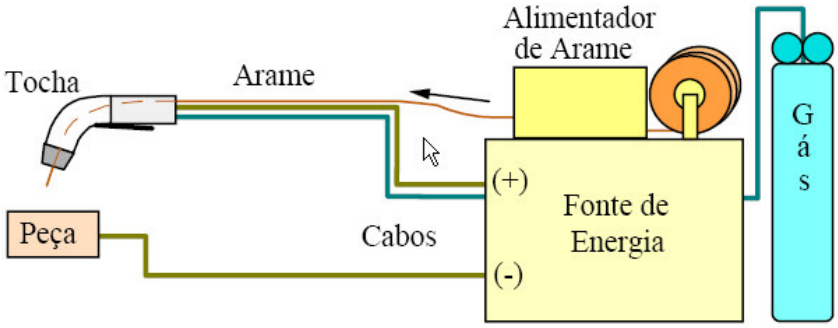
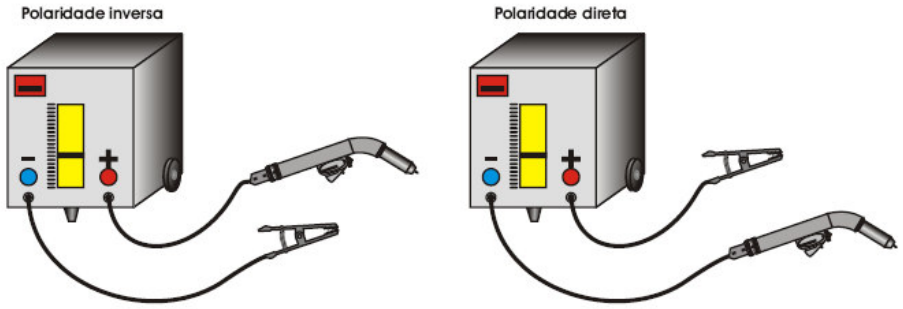


Figura 12 - Equipamento para a soldagem GMAW.

Fonte de Energia **(**Retificador de soldagem do tipo tensão constante)

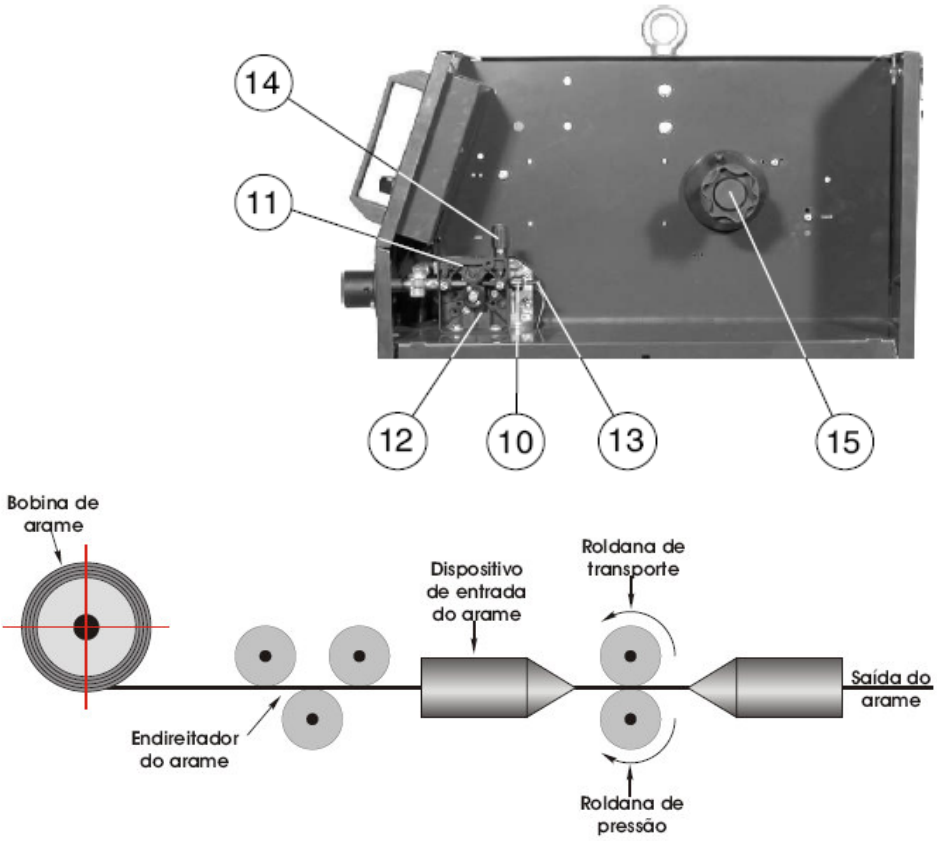
Fornece uma corrente denominada continua, na qual o fluxo de elétrons percorre um só sentido do pólo mais quente positivo para o negativo, quando o cabo do porta eletrodo é ligado no terminal negativo temos uma polaridade direta ou negativa. Para se aproveitar o maior calor gerado no pólo positivo ligamos o cabo da tocha no mesmo obtemos uma ligação conhecida como polaridade inversa.



9.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO E TRACIONAMENTO DO ARAME

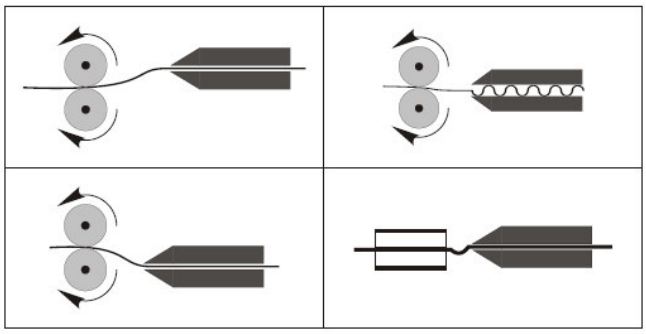
Existem diversos tipos de transportadores. As figuras abaixo apresentam esquematicamente os sistemas de tracionamento que podem ser interno ou externo ao retificador a depender do tipo e fabricante do equipamento.

10) Moto-redutor.
11) Roldana de pressão.
12) Roldana de tração (dois canais para dois diâmetros diferentes de arame).
13) Guias de entrada e de saída do arame.
14) Dispositivo de ajuste da pressão no arame.
15) Miolo freiador para suporte do rolo de arame.



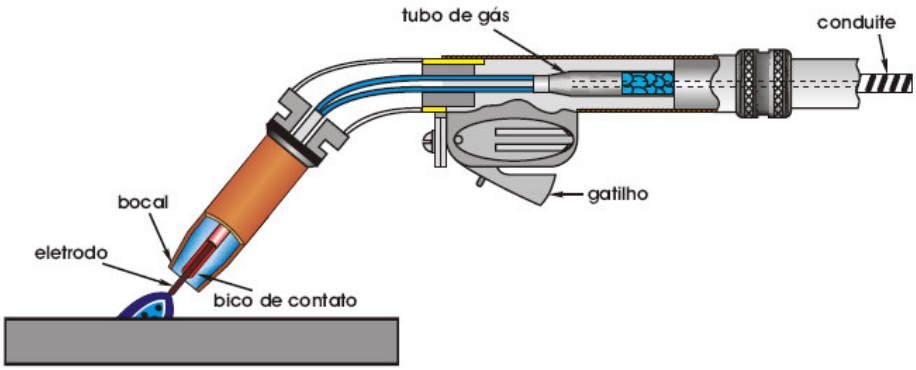
Condução do arame eletrodo pela mangueira:

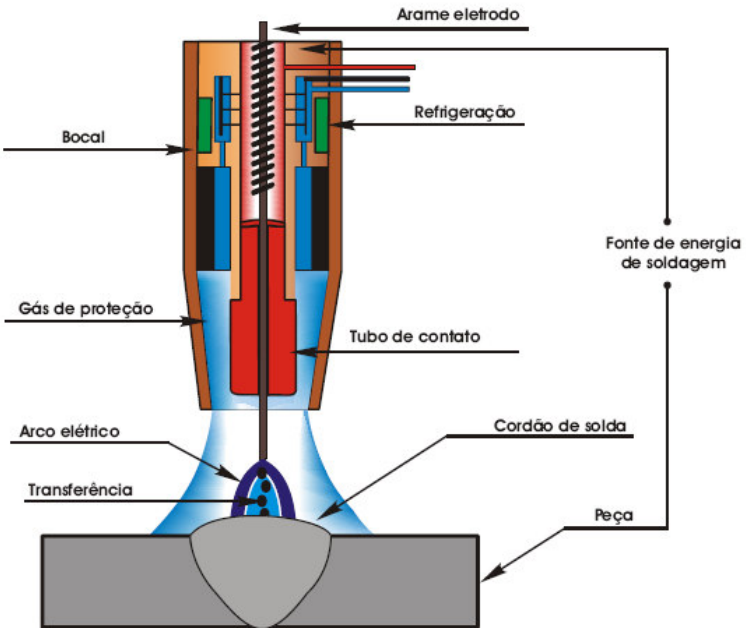
A condução do arame pela mangueira não deve sofrer interferências que venham a prejudicar a constância do avanço.



9.2 Tochas e seus componentes/cabos de soldagem

Existem diversos tipos de tochas de soldagem MIG/MAG em vários formatos e tamanhos podendo ser seca ou refrigerada, mas todo esquema para tochas apresenta-se como as figuras a seguir



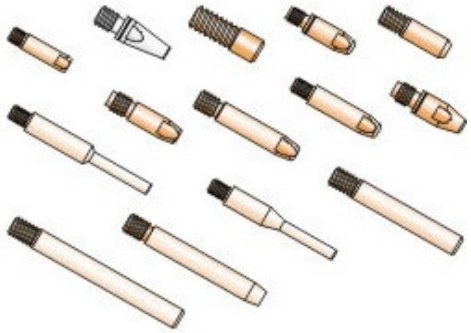


Conduite ou guia espiral

Tem a função de conduzir o arame do sistema de alimentação até a tocha e pode ser confeccionado em aço para soldagem dos aços e em teflon para soldagem do alumínio.

Bicos de contato

Tem a função de energizar o arame de soldagem quando o gatilho e acionado o arame desliza dentro do bico energizando-o. Na escolha do bico de contato deve-se levar em consideração o diâmetro do arame, tipo de junta a ser soldada e espessura do metal de base

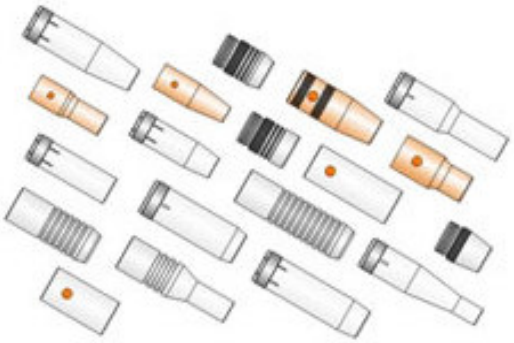


Difusor de gás

Têm a função de distribuir uniformemente o gás de proteção dentro do bocal através de seus orifícios laterais.

Bocais

Têm a função de enviar (direcionar) o gás de proteção ate a zona onde efetua-se a soldagem



Cabos de Solda

O cabo obra, com garra terra tem função de conduzir a corrente elétrica de retorno ou seja a corrente do metal base de volta ao equipamento fechado assim o circuito elétrico, para a escolha do diâmetro do cabo obra a ser utilizado, deve considerar a intensidade da corrente e ao comprimento total do mesmo,a utilização de cabo com diâmetro inadequado poderá causar superaquecimento e perda de energia prejudicando a qualidade da soldagem.

Conectores para Cabos de Solda

Conectores para conectar aos equipamentos de soldagem e prolongar cabos de solda

Garra para Cabo Obra

Dispositivo que tem a função de conduzir a corrente elétrica de volta ao equipamento fechando assim o circuito de soldagem.

Mangueiras

Conduzem o gás de proteção do cilindro ate o equipamento de soldagem Mangueira dupla fabricada em borracha para condução de gases, e tem a capacidade para suportar pressão em torno de 300 libras.

10 PREPARAÇÃO DE JUNTAS

10.1 CONDIÇÃO SUPERFICIAL REQUERIDA PARA SOLDAGEM

Junta Preparada para a Soldagem

As juntas a serem soldadas devem estar isentas de óleo, graxa, óxidos, tinta, resíduo do ensaio de líquido penetrante, areia e fuligem do pré-aquecimento a gás, em uma faixa de 25mm de cada lado das bordas.

Depósitos de carbono, escória e cobre resultantes do corte do eletrodo de carbono devem ser removidos para garantir a remoção total da ZAT, não podendo esta remoção ser menor do que 1mm.

Juntas Soldadas

Na solda e em 25mm adjacentes a ela, as juntas a serem soldadas devem estar escovadas e isentas de impurezas que posam interferir na soldagem.

Método de Preparação da Superfície

Estado da Superfície	Grau de Intemperismo	Preparação
Superfície Oxidada	C ou D	Escovamento manual
Superfície com escória, respingo, abertura de arco	__	Esmerilhadeira
Superfície com graxa, óleo, tinta, produto químico.	__	Limpeza com Solvente (thinner) ou similares

Quando o escovamento é empregado na preparação de superfície de aço inoxidável austenítico ou liga a base de níquel, a escova deverá ser de aço inoxidável ou revestido deste material e deverá ser usada apenas com estes materiais.

Quando for usada limpeza química para eliminação de graxa, tinta, óleo e etc. da superfície de aço inoxidável austenítico e liga a base de níquel, os produtos utilizados devem possuir certificado de contaminantes (Cl, F, e S) de maneira a atender aos requisitos da norma ASME V artigo 6 T-641.

10.2 FERRAMENTAS E ACESSÓRIOS PARA PREPARAÇÃO DAS JUNTAS

Vários equipamentos, ferramentas e acessórios podem ser utilizados para preparação das juntas a serem soldadas, dividem-se em:

- Processos que utilizam ferramentas manuais
- Processos que utilizam equipamentos e ou ferramentas rotativas

Processos e Ferramentas Utilizados

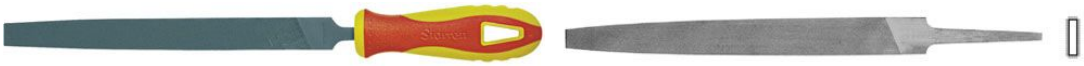
Para preparar juntas manualmente e indispensável o uso de ferramentas e acessórios como abaixo listados não só para a limpeza da superfície a ser soldada como para possíveis desbaste e preparações especiais.

Bancada com Morsas para a Preparação de Juntas de Soldagem

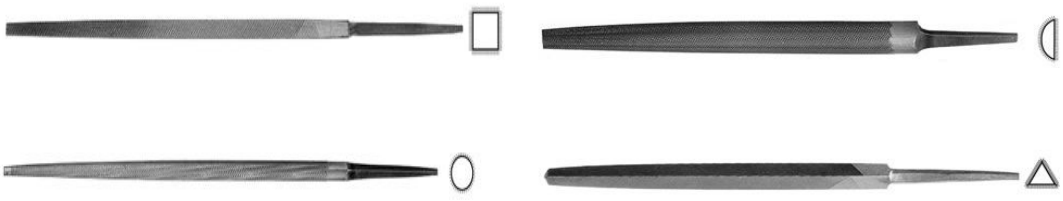
As bancadas devem ter sua superfície plana e serem bem fixas já as morsas devem ser fixadas em bancadas ou pedestais e são utilizadas para fixação das peças a serem trabalhadas.

Limas Chatas Bastardas ou Murça

Para preparação de juntas. Possuem ambas as faces com picado duplo e as bordas com picado simples, a ponta é ligeiramente afilada na largura. As limas bastardas destinam-se ao desbaste rápido, tanto para materiais ferrosos como não-ferrosos. As limas murças destinam-se



a acabamentos.



Escova Manual de Aço

Utilizadas para limpeza superficial ou entre juntas de tintas e oxidações leves e escoria e podem ter fios em aço, inox, ou bronze com duas três ou quatro fileiras com cabo em madeira ou plástico.

Martelo Picador

É uma ferramenta usada para a remoção de escoria proveniente da soldagem, e deve ter suas pontas bem afiadas para uma perfeita remoção.

Alicate Tenaz Pegador e outros Tipos de Utilizados na Soldagem

Os alicates têm a função de manipular e ou fixar as peças a serem soldadas.

Martelos

Os martelos são utilizados no rebatimento de chapas e remoção de escoria, e são encontrados em diversos modelos e tamanhos e peso para uma infinidade de aplicações. Vejo os exemplos abaixo.

Martelo de bola

Martelo de pena

Mareta

Martelo de borracha

Esmeril de Coluna, ou de Bancada

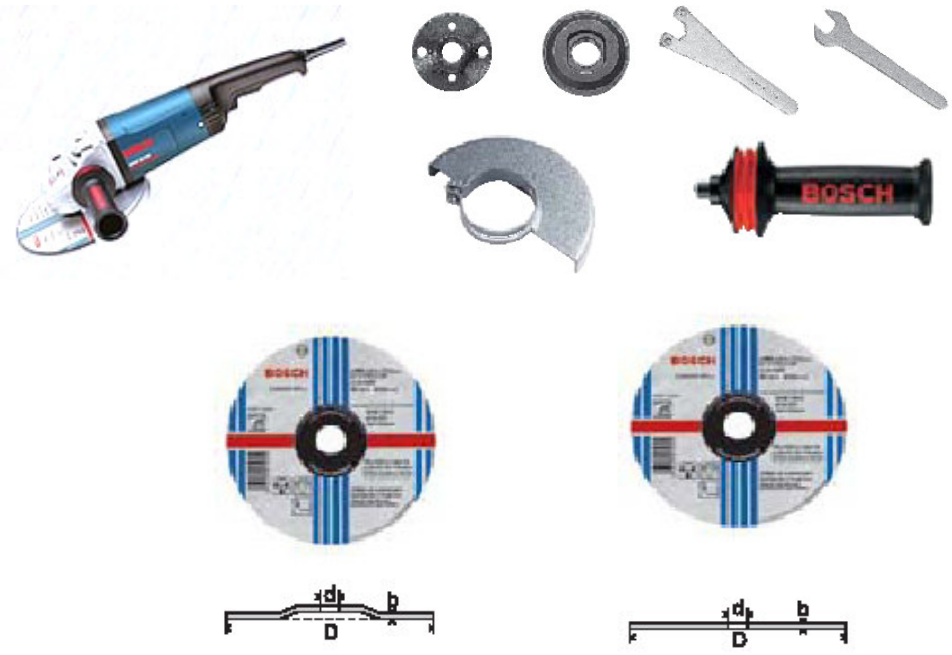
Utilização: Desbastes de metais, madeira e alguns tipos de plástico. Ajustes (por abrasão) de ferramentas de corte como brocas, formão, facas eletrodos e etc.

Funcionamento: Funciona pela movimentação de um rebolo (normalmente chamado de pedra) que girando à alta velocidade, permite a abrasão do que se vai trabalhar

Esmerilhadoras Angulares de 7" e 4"

Equipamento elétrico rotativo 110V,220V que utiliza discos de desbaste e corte para metais e não metais,com rotação em torno de 8500 RPM para equipamentos de 7" e 12000 RPM para equipamentos de 4".

As rotações para estes tipos de equipamentos diminuem com aumento do diâmetro do disco utilizado.



Desbaste Corte

Esmerilhadeira com empunhadura lateral com duas posições, chave de aperto do disco, flange, porca e proteção e detalhe da montagem dos discos desbaste e corte.

Observação:

Os rebolos para esmeril e discos de corte e de desbaste para esmerilhadeira são fabricados em geral com oxido de alumínio e resinas com a adição de telas em fibras de vidro para os discos de desbaste e corte.

Retificas Retas

Utilizadas na preparação de juntas com desbaste leve principalmente em peças cilíndricas, com rotação em torno de 22000 RPM utilizando pontas montadas (rebolos).

Escovas Rotativas para Esmerilhadeiras Angulares e Retificas

São utilizadas para acelerar o processo de limpeza antes e após a soldagem e são confeccionadas em fios de aço com diversos diâmetros e formatos para aplicações diversas podendo possuir rosca na própria escova ou ser necessária a utilização de acessórios para fixação.

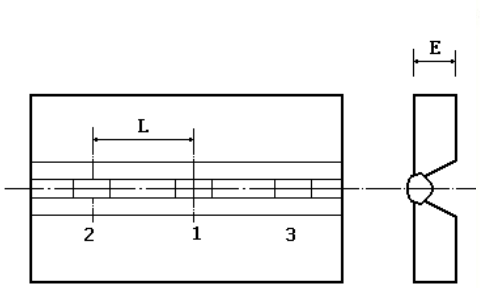
10.3 PONTEAMENTO

A finalidade do ponteamento é permitir uma fácil, correta e econômica fixação das peças a soldar. Ele consiste em executar cordões curtos e distribuídos ao longo da junta, sendo sua função básica manter a posição relativa entre as peças, garantindo a manutenção da folga adequada.

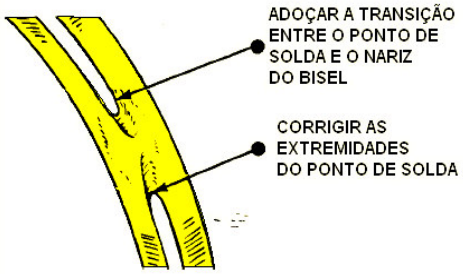
O ponteamento pode ser aplicado diretamente na junta nos casos em que é prevista a remoção da raiz ou do ponto no decorrer da soldagem.

A geometria da peça e a seqüência de pontos devem ser estudadas de forma a evitar, ou minimizar,as distorções ou fechamento das bordas. Se isto não for evitado ,viria a prejudicar a penetração e precisaria da remoção excessiva da raiz sob o risco de causar inclusão de escoria.

Para evitar inconvenientes, a técnica recomendável é partir do meio para as extremidades conforme figuras a seguir.



L = 30 a 40 vezes E

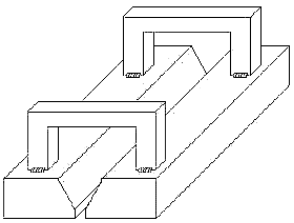


Unhas

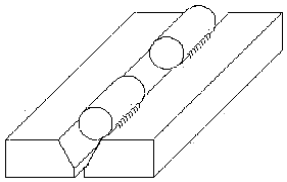
10.4 DISPOSITIVOS PARA VERIFICAÇÃO E CONTROLE DA JUNTA

Estes dispositivos são usados na calibração de folgas, canais estreitos ou ajuste de peças usadas em conjuntos mecânicos cada pente dispõe de laminas com os valores gravados sendo protegidos por uma capa de aço.

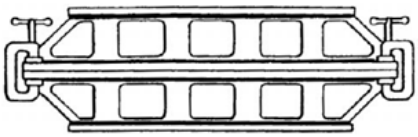
10.5 GABARITOS PARA CONTROLE DE DISTORÇÕES



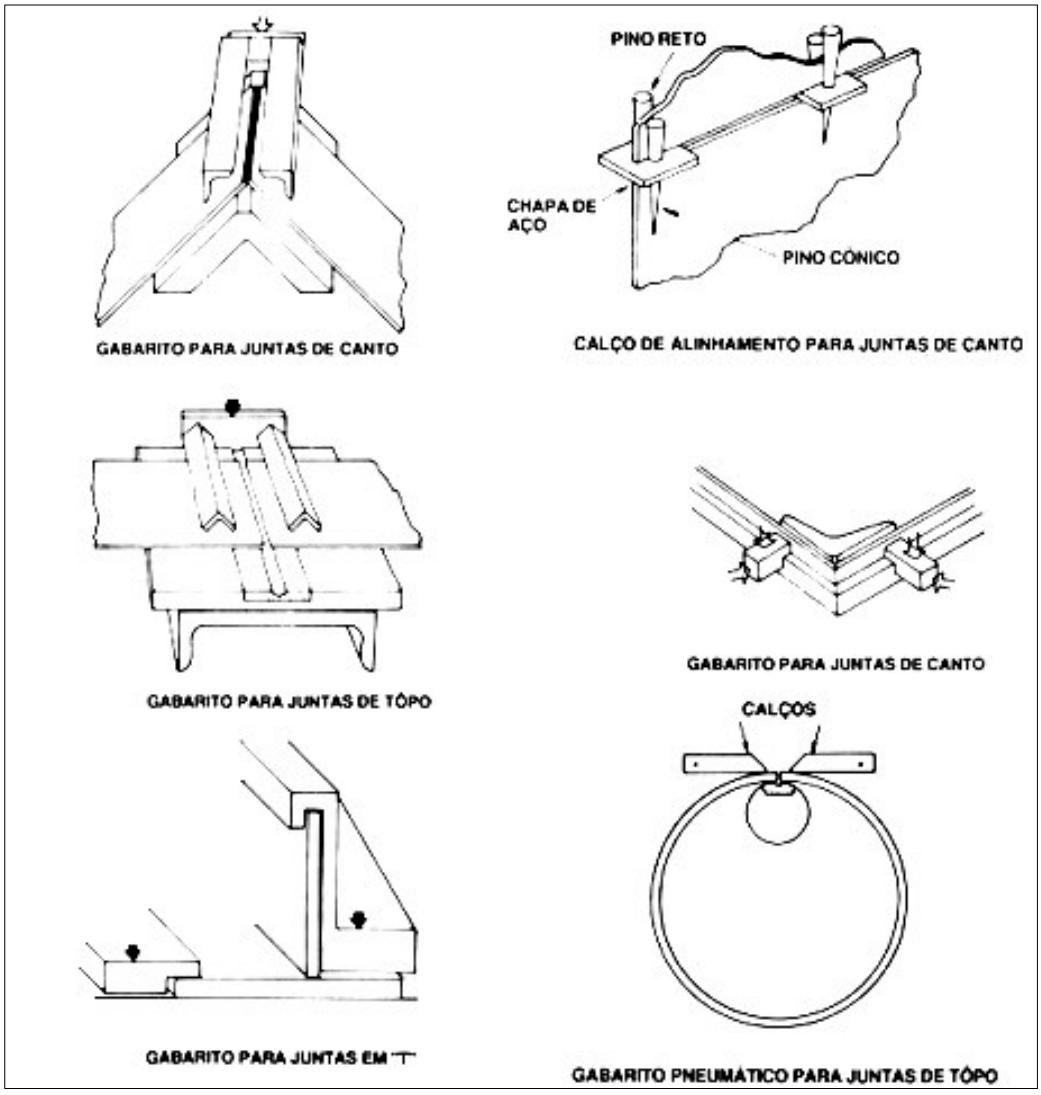
Cachorro



cilindro



Sargentos cotoneiras

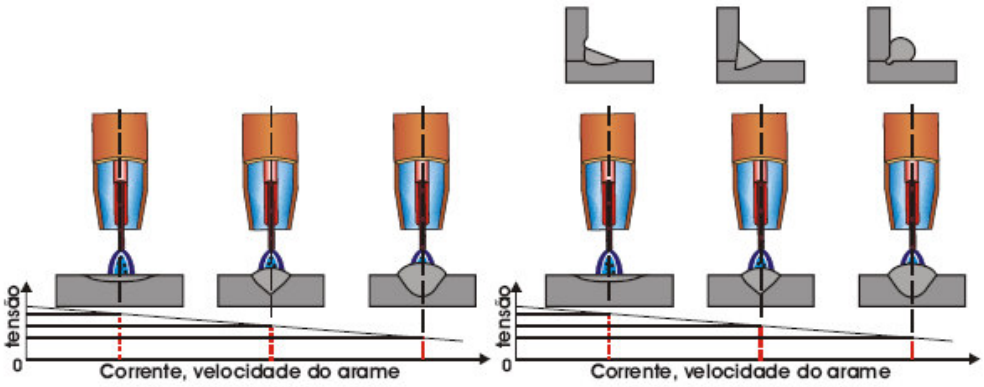

PINO RETO
CHAPA DE AÇO
PINO CÔNICO
GABARITO PARA JUNTAS DE CANTO
CALÇO DE ALINHAMENTO PARA JUNTAS DE CANTO
GABARITO PARA JUNTAS DE TÓPO
GABARITO PARA JUNTAS DE CANTO
CALÇOS
GABARITO PARA JUNTAS EM "T"
GABARITO PNEUMÁTICO PARA JUNTAS DE TÓPO

11 TÉCNICAS OPERACIONAIS

Para execução de uma soldagem é necessário que os parâmetros abaixo estejam de acordo com o trabalho a ser executado ou EPS.

11.1 PENETRAÇÃO DO CORDÃO DE SOLDA

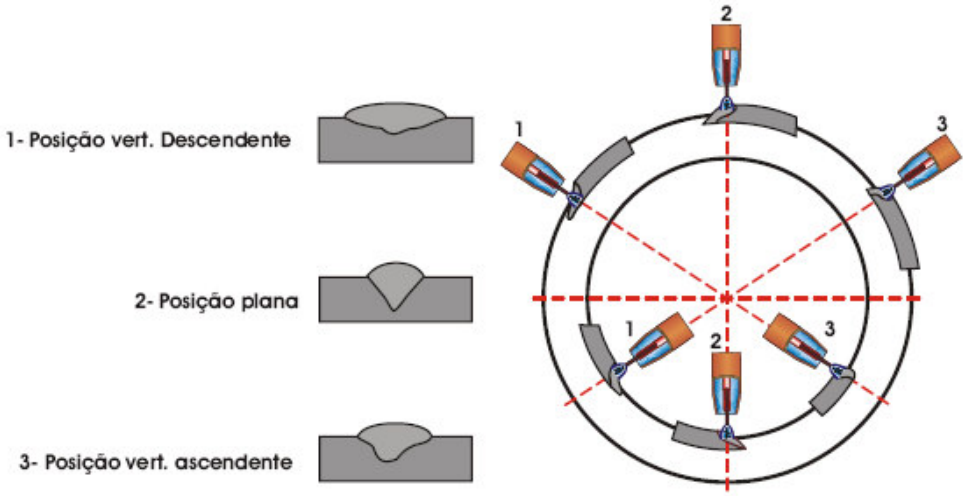
A profundidade de penetração é determinada essencialmente pela intensidade de corrente (ampéres).
Juntamente com a intensidade de corrente, outros fatores tais como polaridade e comprimento livre do arame eletrodo, também influenciam, como mostram as figuras abaixo.
Com o aumento da intensidade de corrente, a potência do arco elétrico é bastante aumentada. Por esse motivo a tensão deve ser igualmente regulada em função do respectivo aumento.
A cada faixa de intensidade de corrente está agregada uma determinada tensão. Nos casos em que a velocidade de avanço do arame eletrodo é constante, têm-se a seguinte conclusão:
Quanto menor for a tensão, menor será o arco elétrico, mais estreito e mais alto será o cordão.



Com o aumento da tensão, o perfil do cordão será mais baixo e largo.

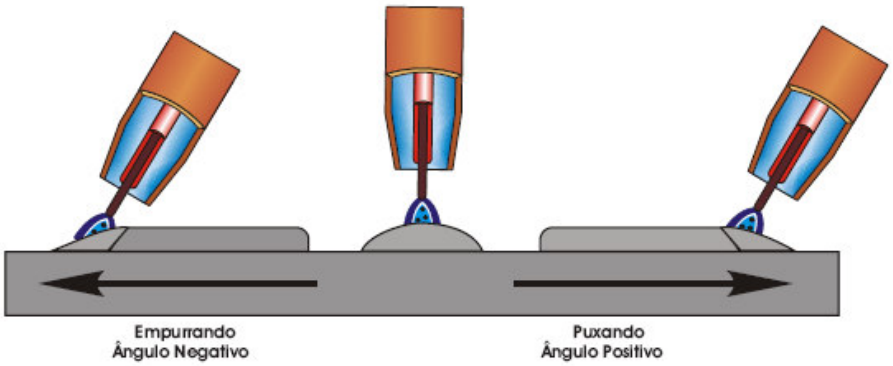
11.2 INFLUÊNCIAS DAS POSIÇÕES DE SOLDAGEM

As maiores taxas de fusão são possíveis nas posições plana e horizontal.
Por outro lado, as posições vertical e sobre cabeça exigem para cada espessura de material, tipo de chanfro, velocidade de soldagem e técnica especial de trabalho. Em peças soldadas em movimento, ou ainda com rotação das partes da junta, se as posições não forem bem escolhidas, podem influenciar muito a penetração e o perfil do cordão de solda.
A figura abaixo apresenta o resultado da soldagem, em função das posições escolhidas para execução:



11.3 ÂNGULOS DO BOCAL

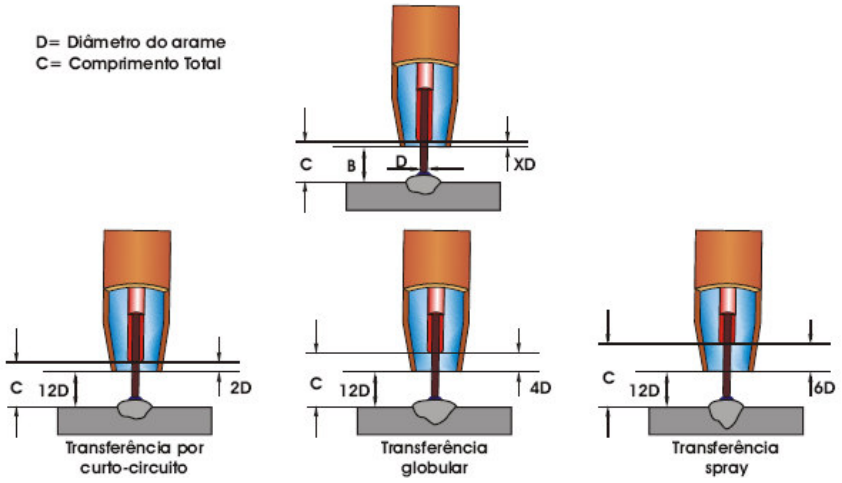
Os posicionamentos do bocal, juntamente com a direção de soldagem, interferem na qualidade do cordão de solda que se deseja obter:
Quando se deseja uma operação simples e de fácil controle, o ângulo do bocal deverá ser negativo, compreendido entre 15º à 30º, conforme desenho a seguir. Esse ângulo, porém, produz baixa penetração, com um cordão de solda baixo e largo. Assim, caso seja necessário um cordão de alta penetração, com reforço convexo, deve-se operar com um ângulo do bocal positivo (ver figura a seguir).
O inconveniente do uso desse ângulo é que o controle da soldagem se torna mais difícil.



11.4 INFLUÊNCIAS DAS DISTÂNCIAS DO BICO DE CONTATO

Comprimento do arame livre

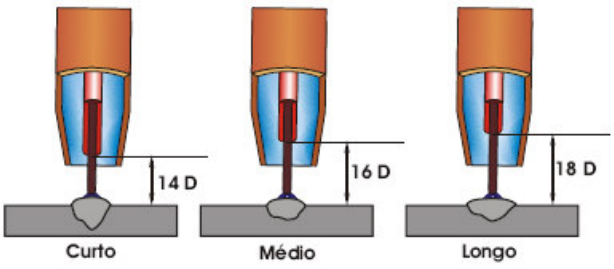
Ao se aumentar o comprimento livre do arame (C) e a distância da peça ao bico de contato, sem alteração dos demais parâmetros, haverá um aumento da tensão e uma queda na intensidade de corrente (figura abaixo):



Quanto maior for o comprimento livre do arame, maior será a resistência de aquecimento. Desse modo, o arame pode vir a ser fundido por um arco de potência insuficiente.
Nessas condições, a zona de solda recebe pouco calor, podendo vir a ocorrer pontos frios na soldagem. Em geral, longos arames livres reduzem a freqüência das gotas e aumenta a perda de deposição por maior ocorrência de respingos.

11.5 POSIÇÕES DO BICO DE CONTATO:

A alteração da posição do bico de contato, sem modificação dos demais parâmetros, pode provocar alterações sensíveis e também influenciar o modo de transferência do metal.
Como se vê na figura anterior, a altura (D) é característica nos diversos modos de transferência.
A figura abaixo apresenta um resumo das distâncias nos principais elementos de soldagem. Distância do bico de contato.



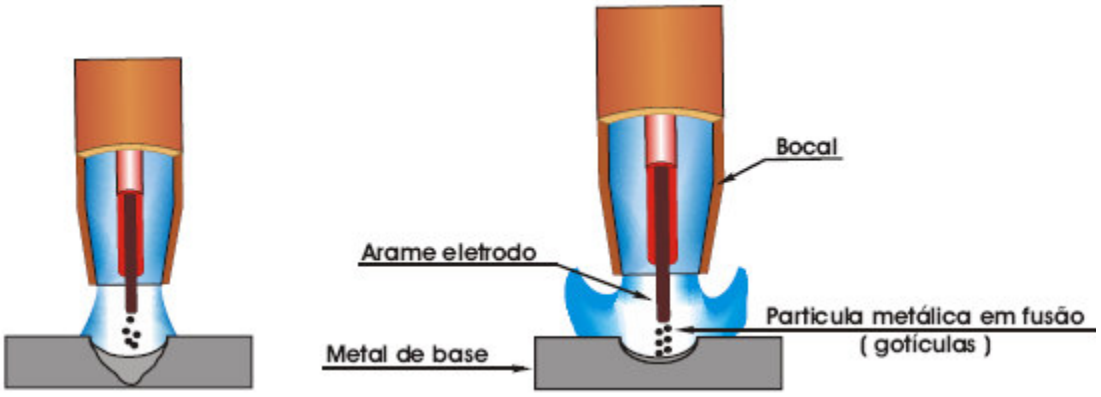
Distância do bico	Causa
Menor	Maior corrente
Maior	Menor corrente
Menor	Menor tensão
Maior	Maior tensão
Menor	Maior penetração
Maior	Menor penetração

11.6 PROCESSOS DE TRANSFERÊNCIA DO METAL DE ADIÇÃO NO ARCO ELÉTRICO

No arco elétrico o material do arame eletrodo é transferido para o banho de fusão em forma de gotas fundidas.
Dependendo de como esta transferência é efetuada, pode-se obter um arco elétrico por transferência: spray, globular, curto-circuito e arco pulsante.

Transferência por spray (névoa)

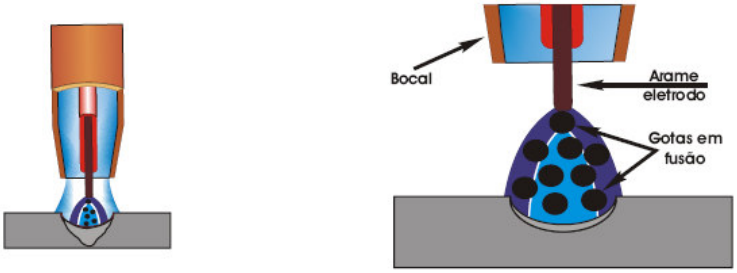
Quando se deseja obter uma alta produtividade na soldagem de materiais espessos, utiliza-se o arco elétrico spray (névoa). Nesse caso, a tensão (voltagem) e a velocidade de alimentação do arame são mais elevadas do que em outros tipos de transferência.
Nesse tipo de transferência a peça de trabalho é submetida a um calor mais intenso, o que resulta numa produtividade maior. A poça de fusão é maior, por isto a soldagem com arco spray só é adequada nas posições plana e horizontal.
O metal de adição fundido se transfere através do arco elétrico na forma de gotículas finas em alta velocidade, como se fossem pulverizadas no momento da transferência.
Ocorre com altas tensões e altas intensidades de corrente elétrica.
A taxa de deposição pode chegar a 10kg/h. Entretanto, essa taxa de deposição restringe o método à posição plana e horizontal em ângulo.
Para se conseguir o regime de transferência por spray (névoa), a corrente de soldagem deve exceder um valor pré determinado, conhecido como corrente de transição (acima de 250A).



Tipo de arame	Diâmetro do arame		Gás de proteção	Corrente mínima de aerossol (A)
	pol (")	mm		
Aço carbono	0,030	0,76	98% Ar / 2% O_2	150
	0,035	0,89		165
	0,045	1,10		220
	0,052	1,30		240
	0,062	1,60		275
Aço inoxidável	0,035	0,89	98% Ar / 1% O_2	170
	0,045	1,10		225
	0,062	1,60		285
Alumínio	0,030	0,76	Argônio	95
	0,046	1,19		135
	0,062	1,60		180
Cobre desoxidado	0,035	0,89	Argônio	180
	0,045	1,10		210
	0,062	1,60		310
Bronze ao silício	0,035	0,89	Argônio	165
	0,045	1,10		205
	0,062	1,60		270

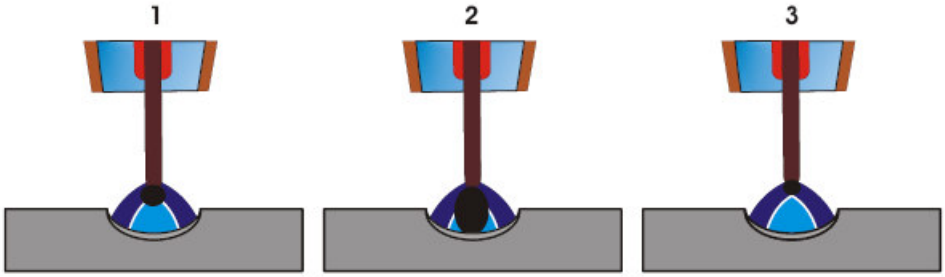
Transferência globular

A transferência por glóbulos (figura abaixo) processa-se por gotas grandes, maiores que o diâmetro do arame eletrodo.
Ocorre com correntes baixas e altas tensões, arcos curtos e possui baixa velocidade de transferência.
Os glóbulos são transferidos para a poça de fusão sem muita direção e é freqüente o aparecimento de respingos. Essa transferência pode ser utilizada em todas as posições de soldagem.



Transferência por curto-circuito (short-arc)

A soldagem por curto-circuito é utilizada para soldagem em todas as posições, de materiais com espessura fina, passe de raiz, etc.
Neste processo usa-se tensão baixa e uma menor velocidade de alimentação do arame. Desta forma aplica-se menos calor à peça de trabalho, e produz-se uma poça de fusão pequena, fácil de controlar e de resfriamento rápido.
A fusão inicia-se globalmente e a gota vai aumentando de tamanho até tocar a poça de fusão, produzindo um curto-circuito, extinguindo o arco e sob a ação de determinadas forças, a gota é transferida para a poça de fusão (conforme figura).



Quando a gota encosta na poça de fusão o arco elétrico apaga (porém sem percepção), devido à alta velocidade da freqüência das gotas.
Em função do curto-circuito ser por si só irregular, pode-se dizer que o próprio arco elétrico é extremamente instável e, por isso, a utilização deste modo de transferência na soldagem deve ser precedida de certas medidas que tornem o arco regular e estável para tal aplicação.
Os modernos equipamentos de soldagem MIG/MAG já possuem em seus circuitos adaptações necessárias para tal modo de transferência (indutância).

Tipo de arame	Diâmetro do arame		Corrente de curto-circuito (A)
	pol (")	mm	
Aço carbono	0,030	0,76	300
	0,035	0,89	320
	0,045	1,10	370
	0,052	1,30	395
	0,062	1,60	430
Alumínio	0,030	0,76	175
	0,035	0,89	195
	0,045	1,10	225
	0,062	1,60	290

Indutância:

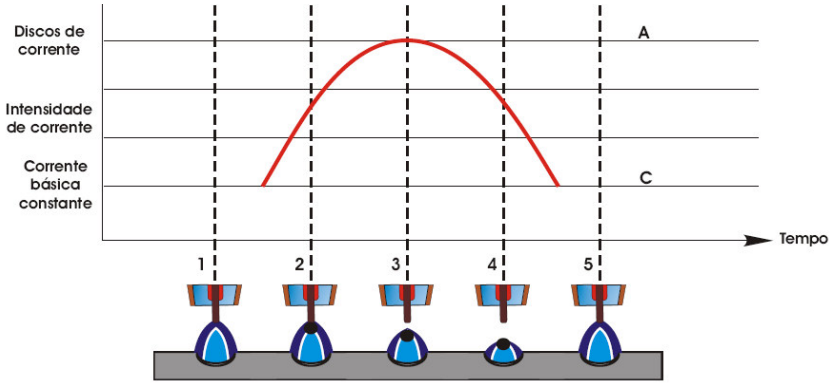
Na maioria das fontes de energia também é possível regular a indutância.
Pode haver duas ou mais tomadas fixas para ajustar a indutância ou então um interruptor para o ajuste contínuo.
A indutância afeta a soldagem da seguinte forma:
Baixa indutância: significa que menos calor é transmitido para a peça de trabalho.
Alta indutância: significa maior aporte de calor para a peça de trabalho.
Ajuste incorreto da indutância implica em muitos respingos. A indutância é um fator mais relevante na soldagem por curto-circuito.

Características da corrente

A denominação de curto-circuito deve-se ao fato de que as gotas fundidas fazem um curto-circuito no arco elétrico no momento da transferência.
Quando o arco está ajustado corretamente ouve-se um ruído regular.
Usa-se para este tipo de transferência arco curto, com tensão que varia de 15 a 22 volts e corrente de 40 a 150 ampéres. O gás de proteção usado é o CO2 ou misturas com argônio.
A figura abaixo também apresenta as características da corrente elétrica e da tensão na transferência por curto-circuito nos diferentes instantes, desde o início da formação da gota até o desprendimento e começo de um novo ciclo.

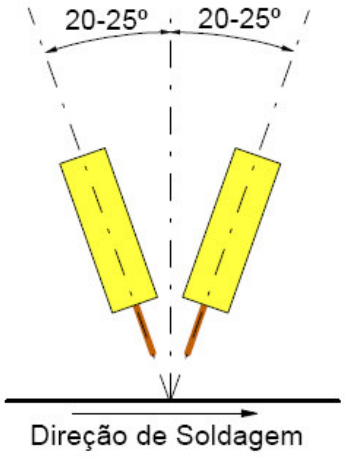
Transferência por arco pulsante

Nesta transferência mantém-se um arco elétrico com baixa corrente (c) como elemento de fundo, sobre essa corrente injeta-se uma outra do tipo pulsante (a), com freqüência de 50 a 100 Hz (1), durante um tempo extremamente curto.
Durante os picos de corrente, a transferência processa-se de modo estável e em forma de névoa, nos demais instantes, a corrente básica (c) é suficiente para a manutenção do arco elétrico.
Essa característica da corrente faz com que a energia de soldagem seja menor, tornando-a possível também na posição vertical, pelo uso de arames eletrodo de diâmetros grandes.
Esse tipo de transferência está sendo muito usado no processo MIG, na soldagem do alumínio e do aço inox.
Hz Hertz: é a unidade de medida de freqüência, onde cada ciclo equivale a um Hertz.

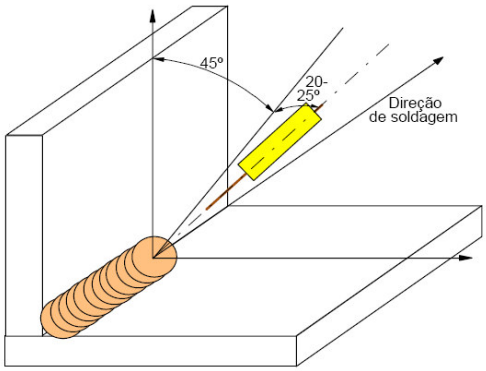


11.3 POSICIONAMENTO ADEQUADO DA TOCHA

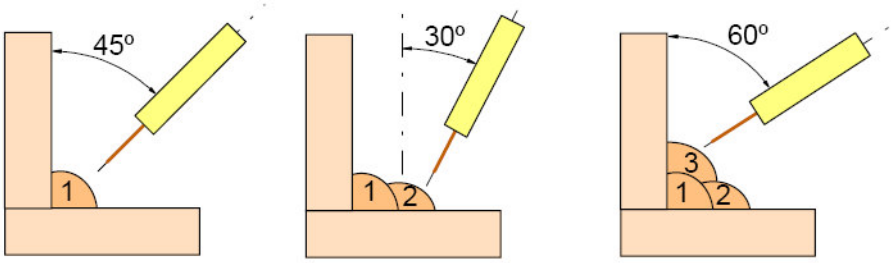
O posicionamento da tocha (eletrodo, bico de contato bocal) varia de acordo o tipo de junta e posição de soldagem veja os exemplos abaixo:



Para posição plana



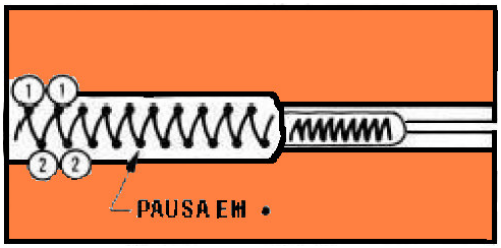
Posicionamento adequado para execução de uma solda em filete

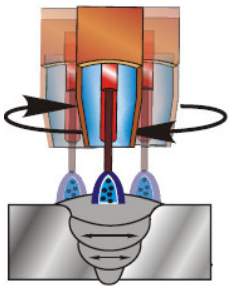


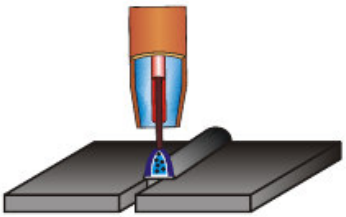
Seqüência de passes

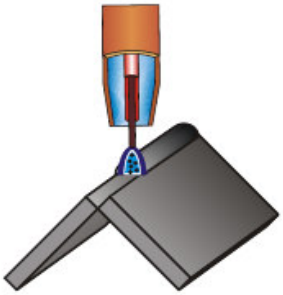
Técnicas de Tecimento do cordão

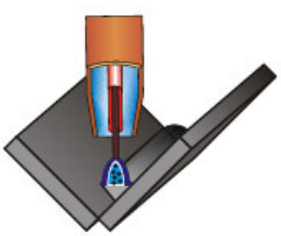
As técnicas de tecimento do cordão permitem que maior deposição o metal de adição e permite a melhora no perfil visual do cordão de solda alem de aumentar a quantidade de metal de adição depositado reduzindo, os custos da soldagem.

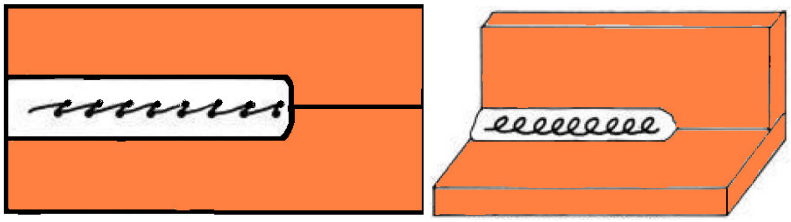




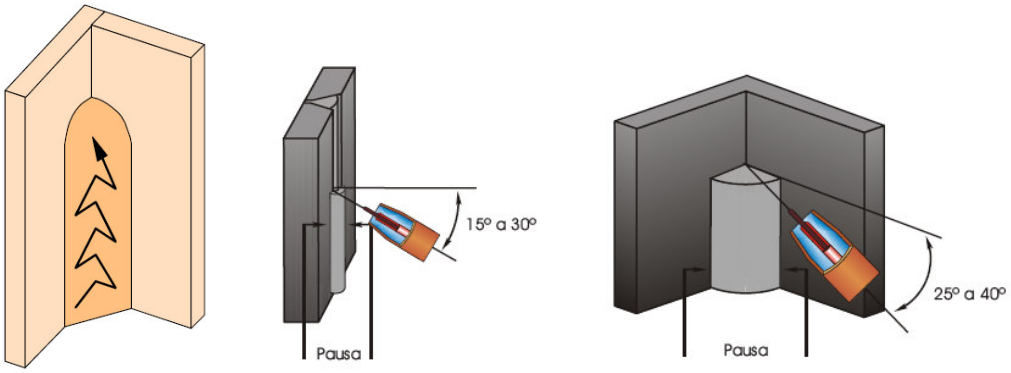




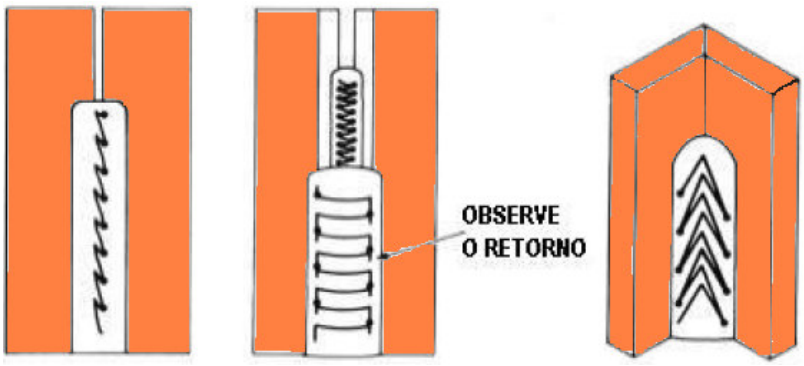




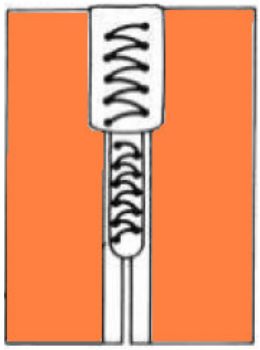
Movimento de tecimento para soldagem na posição horizontal



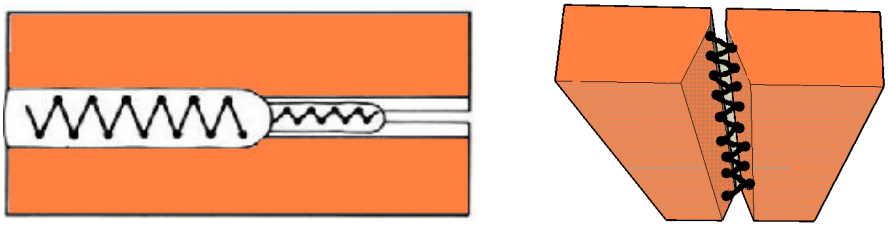
Movimento de tecimento para soldagem na posição vertical descendente



Movimentos de tecimento para soldagem na posição vertical ascendente

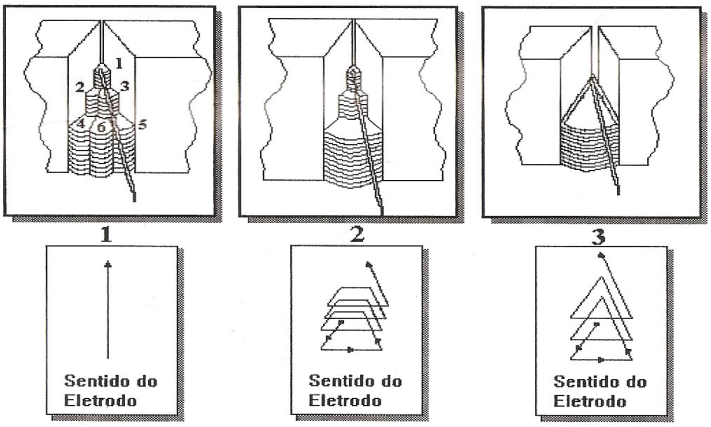


Movimentos de tecimento para soldagem na posição vertical descendente



Movimentos de tecimento para soldagem na posição sob cabeça

11.4 ALÍVIO DE TENSÕES E CONTROLE DE CONTRAÇÕES



A figura (1) mostra o enchimento por filetes método este que permite a melhoria das propriedades mecânicas devido a sua menor introdução de calor evitando assim o crescimento dos grãos um dos motivos de fragilização da juntas, mas é o método de soldagem que tem a maior probabilidade de inclusão de escoria.

A figura (2) mostra o enchimento por passes largos esse método é empregado quando utiliza-se eletrodos de grande fluidez em que se tem total controle da poça de fusão e que essa movimentação não exceda 5 vezes o diâmetro do eletrodo.

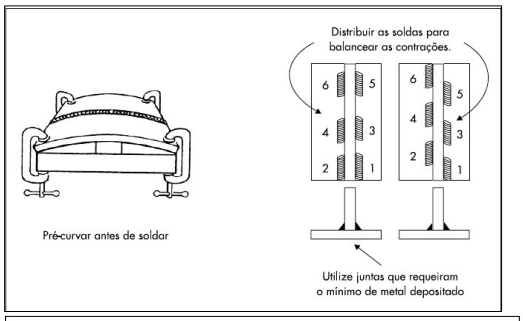
A figura (3) mostra o enchimento por passe triangular esse ultimo é uma derivação do anterior que é empregado na soldagem de chapas grossas onde se requer uma alta taxa de deposição, mas deve-se salientas a diminuição das propriedades mecânicas.

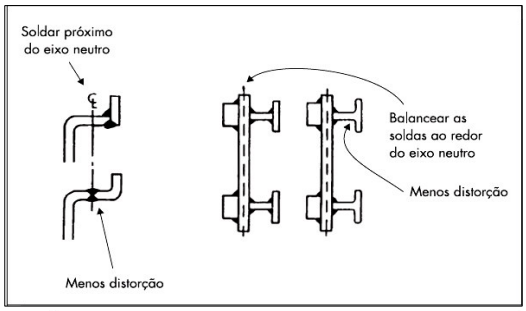
Tabela com Métodos para Alivio de Tensões

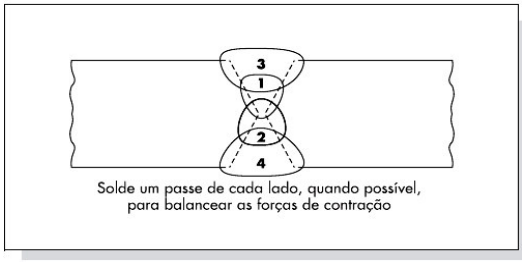
	Procedimento	Descrição	Características	Limitações
(a)	Martelamento	Martelamento do metal depositado e de suas adjacências durante ou após a soldagem.	Método simples, pode causar refino de grão.	Inadequado para materiais de baixa ductilidade.
	Encruamento	A junta soldada é deformada plasticamente pela aplicação de cargas de tração.	Bastante eficiente para tanques esféricos e tubulações.	Inadequado para estruturas complicadas pela dificuldade de aplicar tensões uniformes.
	Vibração	Vibrações são aplicadas na estrutura causando uma ressonância de baixa frequência o que ocasiona deformação plástica parcial da estrutura e alívio de tensões.	Operação simples.	Inadequado para chapas grossas ou grandes estruturas. Alívio de tensões não é uniforme.
(b)	Recozimento para alívio de tensões	Aquecimento a 600-700ºC (aços ferríticos) ou 900ºC (aços austeníticos) seguido de resfriamento lento. Pode ser local ou total.	Muito utilizado e bastante eficiente.	Inaplicável para grandes estruturas e difícil de ser executado no campo. Custo elevado.
	Recozimento a alta temperatura	Aquecimento a 900-950ºC (aços ferríticos) seguido de resfriamento lento. Pode ser local ou total.	Podem eliminar completamente as tensões residuais.	Inaplicável para grandes estruturas e difícil de ser executado no campo. Custo muito elevado.
	Alívio de tensões a baixas temperaturas	Aquecimento do local da solda a 150-200 ºC em uma largura total de 60 a 130mm.	Adequado para grandes estruturas.	O alívio de tensões é baixo.

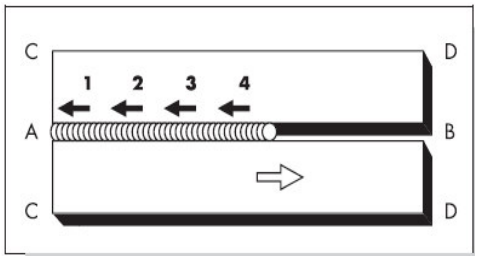
(a) Processos mecânicos (b) Processos térmicos

Exemplos:









12 DESCONTINUIDADE NA SOLDAGEM

É qualquer interrupção da estrutura típica ou (esperada).Neste sentido pode-se considerar como descontinuidade qualquer alteração na homogeneidade nas propriedades físicas, mecânicas ou metalúrgicas do material ou da solda. As descontinuidades dividem-se em três tipos:

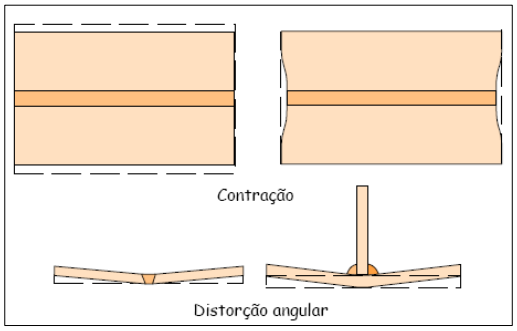
- Dimensional
- Estruturais
- Descontinuidades relacionadas com as propriedades indesejáveis da região da solda.

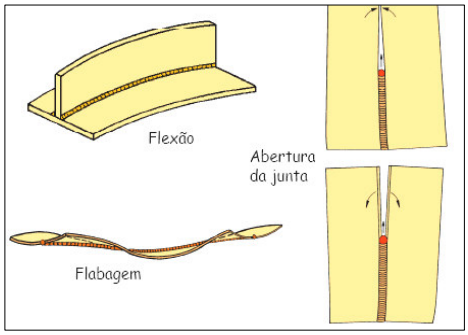
12.1 DESCONTINUIDADES DIMENSIONAIS

Para a fabricação de qualquer estrutura soldada é necessário que tanto a estrutura como as suas soldas tenham dimensões e formas similares(dentro das tolerâncias exigidas) às indicadas em desenhos, projetos, ou contratos.Uma junta que não atenda a esta exigência pode ser considerada defeituosa, sendo necessário a sua correção para aceitação final. As principais descontinuidades estruturais são:

Distorção

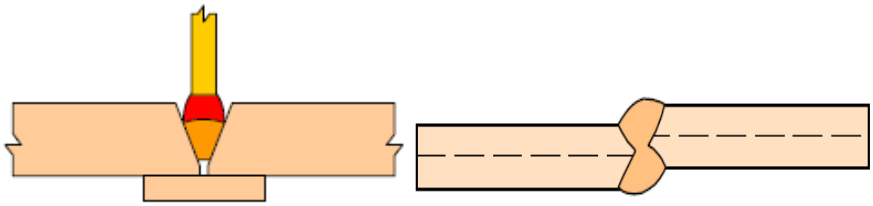
É a mudança de forma da peça devido as deformações térmicas do material durante a soldagem.





Preparação Incorreta da Junta

Inclui falha ao produzir um chanfro com as dimensões ou forma fora das especificada.

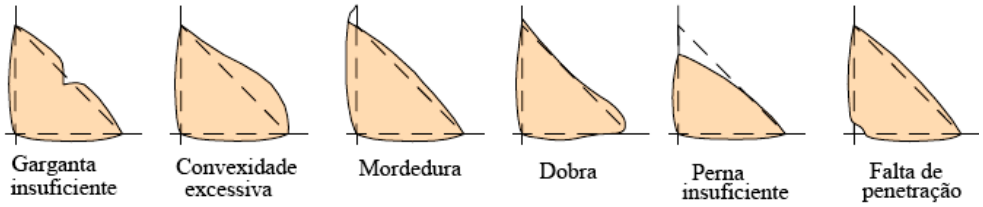


(a) (b)

Ângulo de abertura do chanfro muito estreito impede a penetração da solda (a) Desalinhamento (b)

Dimensão Incorreta da Solda (Perfil do Cordão)

O perfil do cordão de solda é importante pois variações bruscas agem como concentradores de tensão, facilitando o aparecimento de trincas o facilitar o aprisionamento de escorias

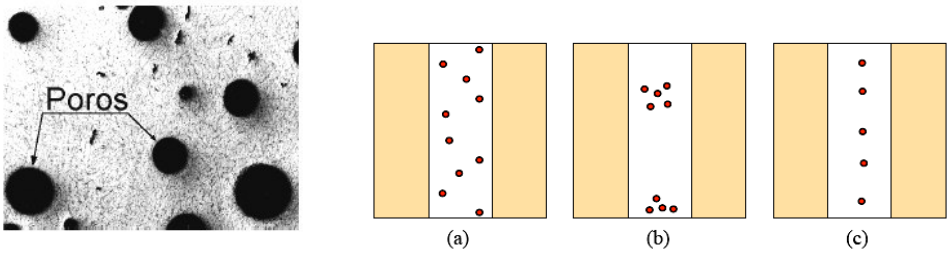


Exemplos de perfis inadequados para filete soldas de

12.2 DESCONTINUIDADES ESTRUTURAIS

Porosidade

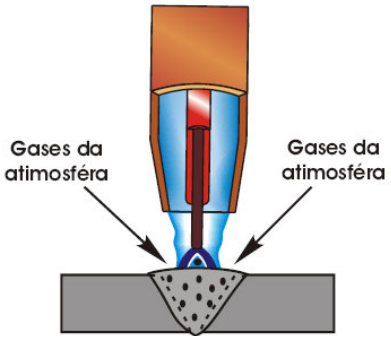
Os poros são formados por bolhas de hidrogênio que estão dissolvidos na poça de fusão (metal líquido), deixando vazios na solda quando ela se solidifica (resfria).
Esse hidrogênio presente na poça de fusão (metal líquido) é captado do ar atmosférico, da queima de elementos de liga, de materiais estranhos como: óleo, graxa, umidade, etc., este gás não consegue escapar para a atmosfera devido ao resfriamento rápido da solda e fica retido na estrutura solidificada, sob a forma de poros (vazios de metal).



Esquemas de porosidades (a) distribuída (b) agrupada (c)distribuída

PRINCIPAIS CAUSAS:

Vazão insuficiente do gás de proteção.

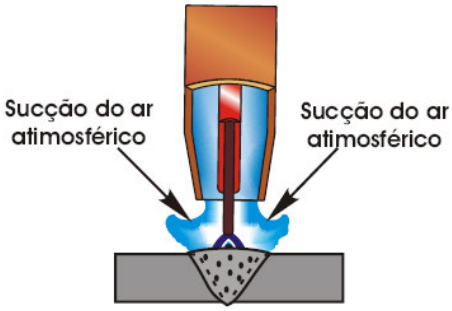


Fontes formadoras dos poros:

- Hidrogênio, oxigênio e outros gases do ar atmosférico.
- Os causadores de poros em questão são o N2, H2 e O2.

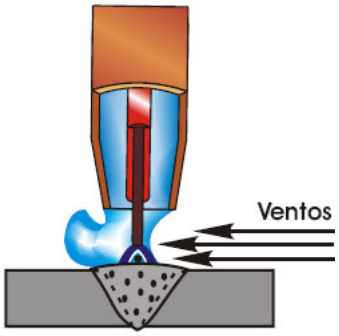
Volume de gás muito grande

- Vazão excessiva do gás de proteção, provocando turbulência.



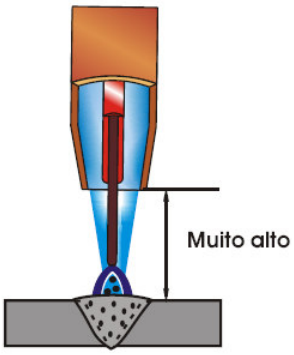
Entrada de ar no arco elétrico e na zona da poça de fusão

- Soldagem em local com muito vento lateral, causando deslocamento do gás protetor, com entrada do ar atmosférico.



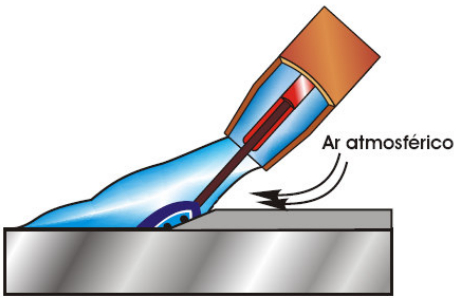
Distância do bocal à peça

- Afastamento demasiado entre o bocal e a peça, faltando proteção na poça de fusão.



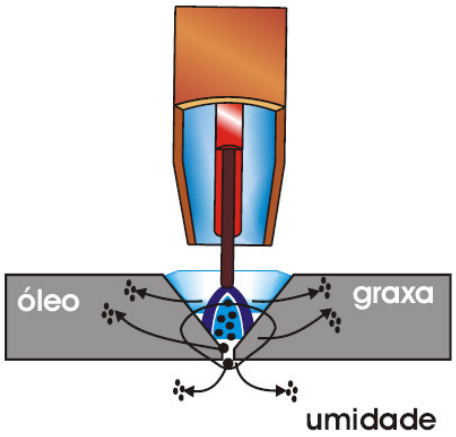
Inclinação do bocal muito grande

- Sucção do ar atmosférico pela inclinação excessiva do bocal.



Formação de poros por gases formados na superfície da peça

- Gases formados pela queima de óleo, graxa, água, etc. Esses elementos devem ser eliminados antes da soldagem.

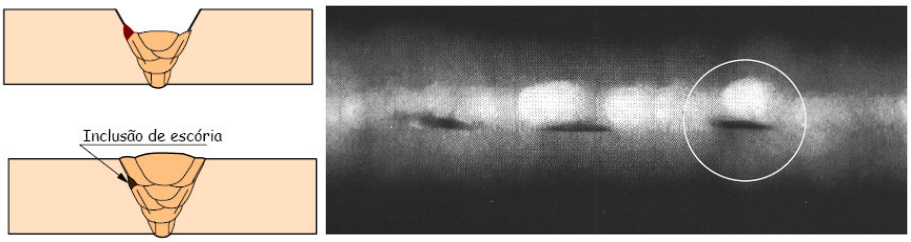


Outros fatores que ocasionam porosidade

- Cilindros de gás contaminados; umidade em excesso;
- Superfície do metal base contaminada devido a uma limpeza inadequada;
- Falta de fusão entre passes ou limpeza incompleta entre os mesmos;
- Umidade no arame eletrodo;
- Contaminação do arame eletrodo por armazenamento inadequado;
- Solidificação rápida da poça de fusão;
- Pressão excessiva de gás no dispositivo de proteção da raiz (gás de purga);
- Diâmetro do bocal inadequado;
- Vazamento na canalização do gás, do cilindro ao bocal;
- Bico de contato fora de centro;
- Cabo obra solto ou mau fixado.

Inclusão de Escória

Este termo é usado para descrever partículas de óxidos e outros sólidos não metálicos, aprisionados entre os passes de solda ou entre o metal de solda e o metal de base, geralmente formado por materiais poucos solúveis.

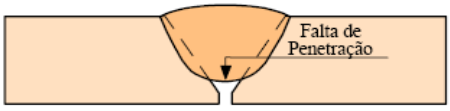


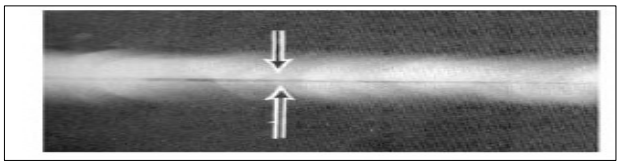
Falta de Fusão

Esse termo refere-se a ausência de união entre passes adjacentes de solda ou entre a solda e metal de base. A falta de fusão e causada por um aquecimento inadequado material sendo soldado como resultado de uma manipulação inadequada do eletrodo.

Falta de Penetração

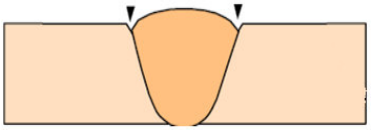
O termo refere-se a falha em fundir e encher completamente a raiz. A falta de penetração é causada por diversos fatores destacando-se a manipulação incorreta do eletrodo, um projeto inadequado da junta (ângulo de chanfro inadequado ou abertura da raiz pequenos, ou alternativamente , a escolha do eletrodo com o diâmetro muito grande, em ambos os casos torna-se difícil ou impossível o direcionar o arco para a raiz da junta ou ainda o uso de uma baixa corrente de soldagem





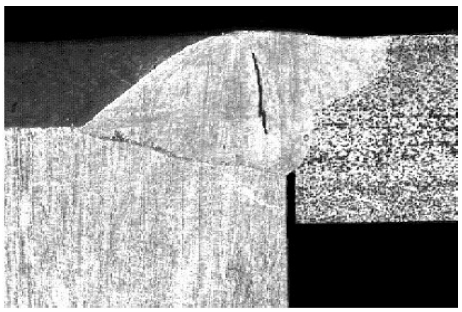
Mordeduras

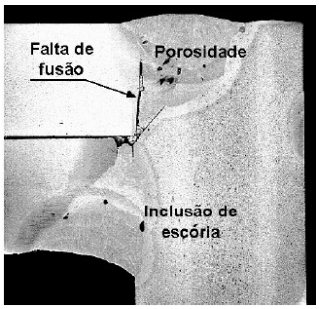
Este termo é usado para descrever reentrâncias agudas formadas pela ação da fonte de calor arco entre passes de solda e o metal de base ou um outro passe adjacente na ultima camada (acabamento). A mordedura causa diminuição da espessura da junta e acumula tensões, quando ocasionada entre passe e junta tende ao acumulo de escoria.



Trincas

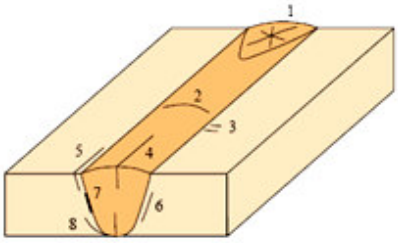
São consideradas em geral, as descontinuidades mais graves em uma junta soldada por serem fortes concentradores de tensão e elas podem se formar durante logo após a soldagem ou em operações subseqüentes a soldagem, e podem acontecer a quente e a frio.





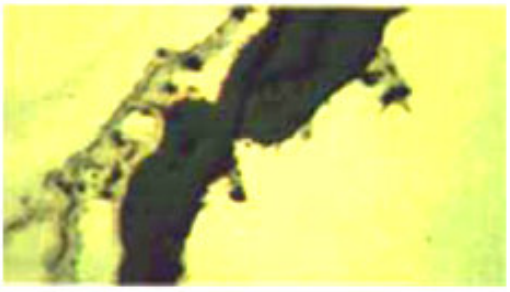
Tipos de Trincas

1) Trinca de cratera
2) Trinca transversal
3) Trinca a transversal no metal de base
4) Trinca longitudinal
5) Trinca longitudinal no metal de base
6) Trinca na zona afetada termicamente pelo calor (ZAT)
7) Trinca na zona de ligação entre o cordão e metal de base
8) Trinca na raiz da solda



12.3 PROPRIEDADES INADEQUADAS

Soldas depositadas em uma peça ou estrutura devem possuir propriedades (mecânicas, químicas etc.) adequadas para a aplicação pretendida. Estas propriedades são em geral, especificadas e verificadas em testes de qualificação ou em amostras retiradas de um lote da produção. As propriedades mecânicas freqüentemente avaliadas são limite de resistência atração e escoamento ductilidade e tenacidade da junta soldada., propriedades químicas também são de interesse e podemos incluir a composição química resistência a corrosão e etc.



12.4 MÉTODOS E TESTES PARA QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES

Ensaios Não Destrutivos

Inspeção Visual e Dimensional

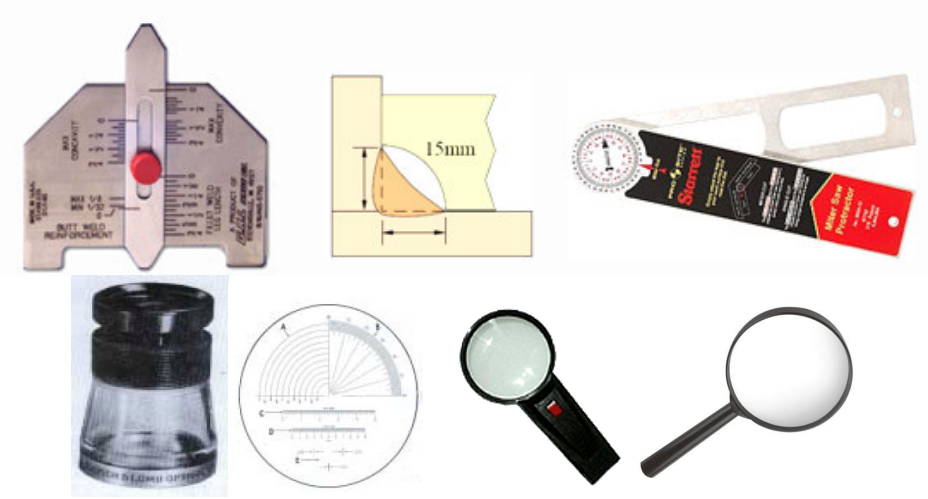
É feita por profissional qualificado na inspeção de soldagens, e os valores encontrados devem respeitar as tolerâncias pré-estabelecidas.

A montagem da peça teste devera ter as dimensões e a preparação de acordo com procedimento qualificado

A superfície do cordão de solda e raiz são analisados quanto as: dimensões do cordão, reforço do cordão de solda penetração, excessiva, falta de fusão, concavidade ou convexidade, deposição insuficiente, respingos, falta de fusão na raiz rechupes abertura do arco simetria do cordão de solda, desalinhamento, deformações inclusões limpeza etc.

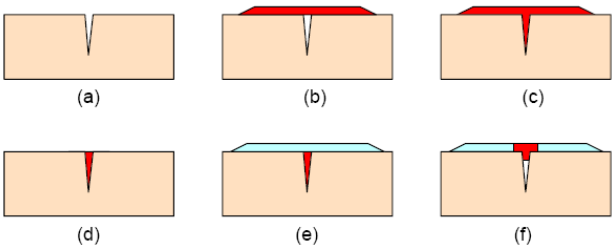
Instrumentos Utilizados no Ensaio Visual

- Medidor de múltiplas finalidades (tipo FBTS);
- Gabarito para soldas de ângulo;
- Transferidor;
- Trena metálica;
- Escala metálica;
- Paquímetro;
- Medidor de desalinhamento (tipo hi-lo);
- Lupa



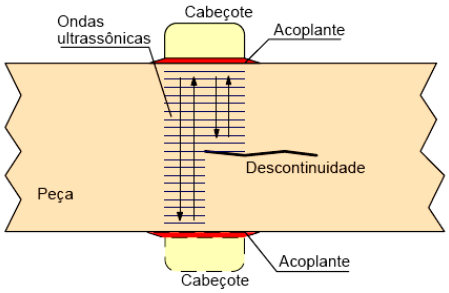
Inspeção por Líquidos Penetrantes

Este método é usado para a revelação de descontinuidades superficiais e é baseado na penetração destes por um liquido apropriado e na sua posterior remoção pela aplicação de um material absorvente (revelador) na superfície sendo examinada.



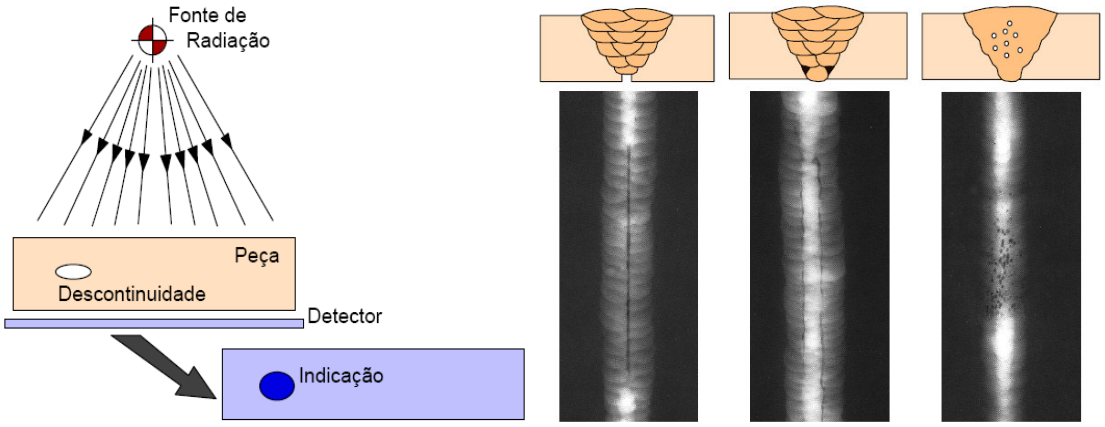
Ultra Som

As ondas atravessam a junta soldada e através da velocidade de propagação das mesmas é possível estimar a localização e o tamanho das continuidades



Ensaio Radiográfico

Este método é usado para detectar a presença de descontinuidades internas e externas em metais ferrosos e não ferrosos e em materiais não metálicos e permite a obtenção de um registro permanente do resultado do ensaio.



EPS

A Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS) é um documento no qual os valores permitidos de diversas variáveis do processo estão registrados para serem adotados, pelo soldador ou operador de soldagem, durante a fabricação de uma dada junta soldada. Variáveis importantes de um procedimento de soldagem e que, portanto, podem fazer parte de uma EPS incluem, por exemplo, a composição,

classe e espessura do(s) metal (is) de base, processo(s) de soldagem, tipos de consumíveis e suas características, projeto da junta, posição de soldagem, temperatura de pré-aquecimento e entre passes, corrente, tensão e velocidade de soldagem, aporte térmico, número aproximado de passes e técnica operatória.

Naturalmente, a forma exata de uma dada Especificação de Procedimento de Soldagem e as variáveis por ela consideradas dependem da norma técnica que está sendo aplicada. A figura 1 mostra um exemplo de formulário para uma EPS.

Para que possa ser utilizada na produção, uma EPS deve ser antes qualificada. Para isto, amostras adequadas devem ser preparadas e soldadas de acordo com a EPS. Corpos de prova devem ser retirados destas amostras e testados ou examinados, os resultados destes devem avaliados e, com base nos requerimentos estabelecidos pela norma, projeto ou contrato, o procedimento deve ser aprovado ou rejeitado (neste caso podendo ser convenientemente modificado e testado novamente).

Os testes que serão realizados na qualificação de uma EPS, assim como o seu número, dimensões e posição no corpo de prova, dependem da aplicação e da norma considerada. Como testes, que podem ser requeridos, pode-se citar:

- Ensaio de dobramento,
- Ensaio de tração,
- Ensaio de impacto (ou outro ensaio para determinação de tenacidade),
- Ensaio de dureza,
- Macrografia,
- Ensaios não destrutivos (por exemplo, radiografia), e
- Testes de corrosão.

Os resultados dos testes devem ser colocados em um Registro de Qualificação de Procedimento (RQP) o qual deve ser referido pela EPS, servindo como um atestado de sua adequação aos critérios de aceitação estabelecidos. Enquanto os originais da EPS e RQP devem permanecer guardados, cópias da EPS já qualificada devem ser encaminhadas para o setor de produção e colocadas próximas das juntas que serão fabricadas de acordo com a EPS. Durante a fabricação, os valores indicados na EPS deverão ser seguidos. Inspeções periódicas são realizadas para verificar que o mesmo está ocorrendo.

Dependendo do serviço a ser executado, um grande número de juntas soldadas pode vir a exigir qualificação. Nestas condições, o processo de qualificação poderá ter um custo relativamente elevado e demandar um longo tempo para a sua execução. Assim, a utilização, quando possível, de procedimentos de soldagem previamente qualificados, juntamente com a facilidade de acessar estes procedimentos (em um banco de dados) e selecioná-los de acordo com os critérios dos códigos que estão sendo usados, é uma importante estratégia para manter a própria competitividade da empresa. Existem disponíveis atualmente programas de computador específicos para o armazenamento e seleção de procedimento de soldagem.

Para diversas aplicações, o soldador (ou operador) precisa demonstrar, antes de poder realizar um dado tipo de soldagem na produção, que possui a habilidade necessária para executar aquele serviço, isto é, ele precisa ser qualificado de acordo com os requisitos de um dado código. Para isto, ele deverá soldar corpos de prova específicos, sob condições preestabelecidas e baseadas em uma EPS qualificada ou em dados de produção. Estes corpos de prova serão examinados para se determinar sua integridade e, desta forma, a habilidade de quem o soldou. Como é

impossível avaliar o soldador em todas as situações possíveis de serem encontradas na produção, o exame de qualificação geralmente engloba uma determinada condição de soldagem e não uma situação específica (tal como a qualificação para a soldagem em uma determinada posição com um dado processo).

Segundo o código ASME, as variáveis que determinam a qualificação de um soldador são:

- Processo de soldagem;
- Tipo de junta;
- Posição de soldagem;
- Tipo de eletrodo;
- Espessura da junta;
- Situação da raiz.

Ensaios comumente usados na qualificação de soldador (ou operador) incluem, por exemplo, a inspeção visual da junta, ensaio de dobramento, macrografia, radiografia e ensaios práticos de fratura. Os resultados dos testes de qualificação são colocados em um documento chamado Registro de Teste de Qualificação de Soldador. Como no caso de procedimentos de soldagem, a manutenção de uma equipe de soldadores devidamente qualificada para os tipos de serviços que a empresa realiza, é um importante fator para manter a competitividade desta. Portanto, o desenvolvimento de programas para o treinamento e aperfeiçoamento constante da equipe de forma a atender as demandas dos diferentes códigos e clientes não deve relegado a um segundo plano de prioridades.

As qualificações de procedimento de soldagem e de soldador (ou operador) fazem parte do sistema de garantia da qualidade em soldagem. Este controle engloba diversas outras atividades apresentando uma maior ou menor complexidade em função de cada empresa, seus objetivos e clientes e do serviço particular. Em geral, três etapas podem ser consideradas:

Controle Antes da Soldagem,

Abrange, por exemplo, a análise do projeto, credenciamento de fornecedores ou controle da recepção de material (metal de base e consumíveis), qualificação de procedimento e de soldadores, calibração e manutenção de equipamentos de soldagem e auxiliares.

Controle Durante a Soldagem

Inclui o controle dos materiais usados (ex.: controle da armazenagem e utilização de eletrodos básicos), da preparação, montagem e ponteamento das juntas e da execução da soldagem.

Controle Após Soldagem

Pode ser realizado através de inspeções não destrutivas e de ensaios destrutivos de componentes selecionados por amostragem ou de corpos de prova soldados juntamente com a peça.

ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (EPS)

Nome da Companhia: .....

EPS N°: ..... Data: ...../...../..... RQP correspondente(s): .....

Processo(s) de soldagem: ..... Tipo: .....
(manual, semi-, automático)

JUNTAS: Projeto da Junta: Cobre Junta (Sim/Não): Material (tipo): Outro:	TRAT. TÉRMICO APÓS SOLDAGEM: Faixa de Temperatura: Tempo de permanência: Outro:
METAIS DE BASE: Tipo: Análise química: Faixa de espessura: Outro:	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS: Corrente (CC/CA): Polaridade: Faixa de corrente: Tensão: Outro:
METAIS DE ADIÇÃO E FLUXOS: Classif. AWS: Marca comercial: Dimensões: Outro:	TÉCNICA: Dimensão do bocal: Dist. Bico de contato-peça: Limpeza inicial ou entre passes (escovamento, esmerilhamento, ...): Cordão (reto/trançado): Oscilação: Método de goivagem: Número de passes (por lado): Eletrodo (simples ou múltiplo): Velocidade de soldagem (faixa): Posição: Outro:
GÁS: Gás(es) de proteção: Composição (misturas): Vazão: Outro:	
PRÉ-AQUECIMENTO: Temperatura: Temp. entre passes: Outro:	

Figura 1 – Formulário para Especificação de Procedimento de Soldagem, baseado parcialmente no Código ASME, Seção IX. Este formulário é uma adaptação simplificada de uso apenas didático. (Ver na próxima página o verso do formulário)

ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (verso)

DETALHES DA JUNTA:

Passe		Metal de adição		Corrente		Faixa de	Velocidade de
N°	Processo	Classe	Diâmetro	Pol.	Faixa (A)	Tensão (V)	Soldagem (mm/s)

Fig. 1 (Cont.) – Face oposta de uma EPS.

Registro de Teste de Qualificação de Soldador (Operador de Soldagem)

Nome: ..... Identificação: .....

Processo de soldagem: ..... Tipo: .....
(manual, semi-auto., mecanizado)

Posição: ..... (plana, horizontal, vertical up ou down, sobre-cabeça)

De acordo com EPS N°: .....

Tipo de material: .....

Diâmetro e espessura (tubo) ou espessura da junta: .....

Faixa de espessuras qualificada: .....

METAL DE ADIÇÃO

Especificação: ..... Classificação: ..... F n°: .....

Descrição (se não for coberto por norma): .....

.....

Nome(s) comercial(is): .....

Cobre-Junta (Sim/Não): .....

Resultado de Teste de Dobramento Guiado

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado

Laboratório: ..... Teste n°: .....

Responsável: .....

Resultados de Teste de Solda de Filete

Aparência: ..... Tamanho do filete: .....

Macrografia: .....

Laboratório: ..... Teste n°: .....

Responsável: .....

Resultados de Teste Radiográfico

Filme Ident.	Resultados	Observações	Filme Ident.	Resultados	Observações

Teste acompanhado por: ..... Teste n°: .....

Fabricante ou contratante: .....

Autorizado por: ..... em: ...../...../.....

Figura 2 – Exemplo (simplificado) de um formulário para qualificação de soldador.

Normas e Qualificação em Soldagem - 9

13 SAÚDE E SEGURANÇA NA SOLDAGEM E CORTE

O presente documento, traduzido e adaptado da brochura Precautions and Safe Practices for ARC WELDING, CUTTING & GOUGING publicada por ESAB Welding & Cutting Products (Florence, SC -USA), é destinado a proporcionar informações sobre saúde e segurança aos Usuários dos processos de soldagem, corte e goivagem ao arco elétrico e equipamentos relacionados. Estas informações podem ser usadas como subsídios para o treinamento dado nas Empresas a soldadores, operadores e demais técnicos ou completar tal treinamento.

As regras apresentadas cobrem processos de soldagem e corte ao arco elétrico tais como:

- Goivagem com grafite
- Goivagem com plasma
- Plasmacorte
- Soldagem ao arco submerso
- Soldagem a plasma
- Soldagem com arame tubular
- Soldagem com eletrodo revestido
- Soldagem MIG/MAG
- Soldagem TIG

Estas regras não devem ser consideradas como substitutos ou alternativas à legislação ou às normas vigentes, inclusive às normas internas dos Usuários; ainda, elas completam, mas não substituem as informações contidas nos Manuais de Instruções específicos dos equipamentos de soldar ou cortar.

As regras de segurança são apresentadas para a proteção dos operadores e demais pessoal envolvido na instalação, utilização e manutenção de equipamentos de soldar, cortar ou goivar ao arco e plasma elétricos. Elas resumem informações e práticas adotadas na indústria e são baseadas em literatura especializada de origem norte-americana.

Antes de se instalar, operar ou reparar um equipamento de soldar, é necessário ter lido, compreendido e adotado as regras aqui apresentadas. A não observância destas regras de segurança pode resultar em acidentes com danos pessoais eventualmente fatais, sob a inteira responsabilidade do Usuário.

Um treinamento adequado na operação e manutenção de qualquer equipamento elétrico é essencial para se evitar acidentes.

13.1 REGRAS DE SEGURANÇA

As regras de segurança são divididas em três grupos principais:

- Regras de segurança relativas ao local de trabalho;
- Regras de segurança relativas ao pessoal;
- Regras de segurança relativas ao equipamento;

Regras de Segurança Relativas ao Local de Trabalho

Incêndios e Explosões

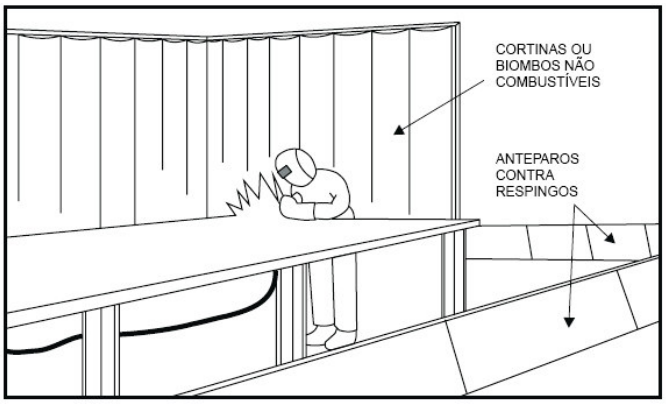
O calor produzido por arcos elétricos e as suas irradiações, por escórias quentes e por faíscas podem ser causas de incêndios ou explosões. Conseqüentemente, toda área de soldagem ou corte deve ser equipada com sistema adequado de combate a incêndio e o pessoal de supervisão de área, operação ou manutenção do equipamento envolvido deve ser treinado no combate a incêndios.

Todo e qualquer trabalhador deve ser familiarizado com as seguintes medidas de prevenção e proteção contra incêndios:

Garantir a Segurança da Área de Trabalho: Sempre que possível, trabalhar em locais especialmente previstos para soldagem ou corte ao arco elétrico.

Eliminar Possíveis Causas de Incêndios: Locais onde se solde ou corte não devem conter líquidos inflamáveis (gasolina, tintas, solventes, etc), sólidos combustíveis (papel, materiais de embalagem, madeira, etc) ou gases inflamáveis (oxigênio, acetileno, hidrogênio, etc).

Instalar Barreiras Contra Fogo e Contra Respingos: Quando as operações de soldagem ou corte não podem ser efetuadas em locais específicos e especialmente organizados, instalar biombos metálicos ou proteções não inflamáveis ou combustíveis para evitar que o calor, as fagulhas, os respingos ou as escórias possam atingir materiais inflamáveis.



Tomar Cuidado com Fendas e Rachaduras: Fagulhas, escórias e respingos podem "voar" sobre longas distâncias. Eles podem provocar incêndios em locais não visíveis ao soldador. Procurar buracos ou rachaduras no piso, fendas em torno de tubulações e quaisquer aberturas que possam conter e ocultar algum material combustível.

Instalar Equipamentos de Combate a Incêndios: Extintores apropriados, baldes de areia e outros dispositivos anti-incêndio devem ficar a proximidade imediata da área de soldagem ou corte. Sua especificação depende da quantidade e do tipo dos materiais combustíveis que possam se encontrar no local de trabalho.

*Avaliar a Necessidade de uma Vigilância Especial contra Incêndios***:** Quando soldam ou cortam, os operadores, podem não se dar conta da existência de algum incêndio pois além da atenção exigida pelo próprio trabalho, eles ficam isolados do ambiente pela sua máscara de soldagem e os seus diversos equipamentos de proteção individual. De acordo com as condições do local de trabalho, a presença de uma pessoa especialmente destinada a tocar um alarme e iniciar o combate ao incêndio pode ser necessária.

Conhecer os Procedimentos Locais para Casos de Incêndios em Soldagem ou Corte: Alem dos procedimentos de segurança da Empresa e das normas ou legislação em vigor, é recomendado que sejam conhecidas as regras enunciadas na norma NFPA No. 51B da National Fire Protection Association (USA), "Fire Protection in Use of Cutting and Welding Processes".

Usar um Procedimento de "Autorização de Uso de Área": Antes de se iniciar uma operação de soldagem ou corte num local não especificamente previsto para esta finalidade, ele deve ser inspecionado por pessoa habilitada para a devida autorização de uso.

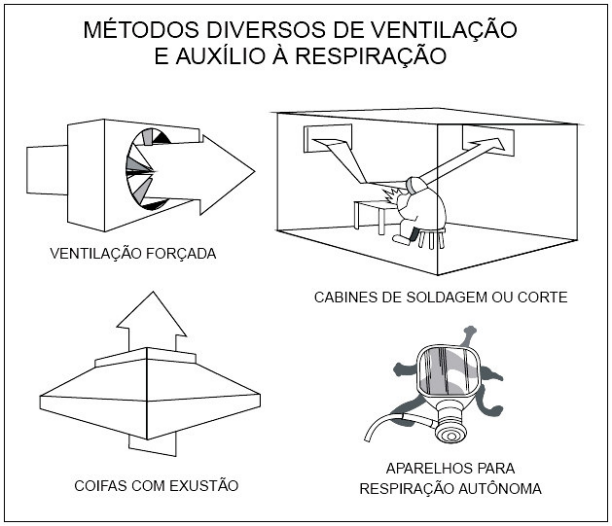
Nunca soldar, cortar ou realizar qualquer operação a quente numa peça que não tenha sido adequadamente limpa: Substâncias depositadas na superfície das peças podem decompor-se sob a ação do calor e produzir vapores inflamáveis ou tóxicos.

Não soldar, cortar ou goivar em recipientes fechados ou que não tenham sido devidamente esvaziados e limpos internamente: Eles podem explodir se tiverem contido algum material combustível ou criar um ambiente asfixiante ou tóxico conforme o material que foi armazenado neles.

Proceder à inspeção da área de trabalho após ter-se completado a soldagem ou o corte: Apagar ou remover fagulhas ou pedaços de metal quente que, mais tarde, possam provocar algum incêndio.

Ventilação

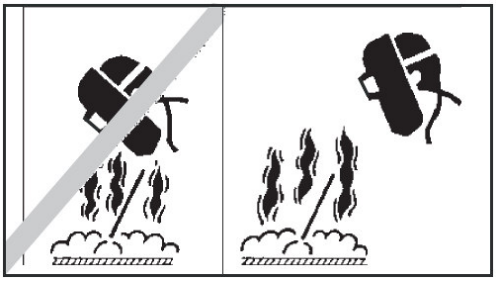
O local de trabalho deve possuir ventilação adequada de forma a eliminar os gases, vapores e fumos usados e gerados pelos processos de soldagem e corte e que podem ser prejudiciais à saúde dos trabalhadores. Substâncias potencialmente nocivas podem existir em certos fluxos, revestimentos e metais de adição ou podem ser liberadas durante a soldagem ou o corte. Em muitos casos, a ventilação natural é suficiente, mas certas aplicações podem requerer uma ventilação forçada, cabines com coifas de exaustão, filtros de respiração ou máscaras com suprimento individual de ar. O tipo e a importância da ventilação dependem de cada aplicação específica, do tamanho do local de trabalho, do número de trabalhadores presentes e da natureza dos materiais trabalhados e de adição.



Locais tais como poços, tanques, sótões, etc devem ser considerados como áreas confinadas: A soldagem ou o corte em áreas confinadas requer procedimentos específicos de ventilação e trabalho, com o uso eventual de capacetes ou máscaras especiais.

Não soldar ou cortar peças sujas ou contaminadas por alguma substância desconhecida: Não se deve soldar, cortar ou realizar qualquer operação a quente numa peça que não tenha sido adequadamente limpa.Os produtos da decomposição destas substâncias pelo calor do arco podem produzir vapores inflamáveis ou tóxicos. Todos os fumos e gases desprendidos devem ser considerados como potencialmente nocivos. Remover toda e qualquer pintura ou revestimento de zinco de uma peça antes de soldá-la ou cortá-la.

O soldador ou operador deve sempre manter a cabeça fora da área de ocorrência dos fumos ou vapores gerados por um arco elétrico de forma a não respirá-los: O tipo e a quantidade de fumos e gases dependem do processo, do equipamento e dos consumíveis usados. Uma posição de soldagem pode reduzir a exposição do soldador aos fumos.



Nunca soldar perto de desengraxadores a vapor ou de peças que acabem de ser desengraxadas: A decomposição dos hidrocarbonetos clorados usados neste tipo de desengraxador pelo calor ou a irradiação do arco elétrico pode gerar fosgênio, um gás altamente tóxico, ou outros gases nocivos.

Metais tais como o aço galvanizado, o aço inoxidável, o cobre, ou que contenham zinco, chumbo, berílio ou cádmio nunca devem ser soldados ou cortados sem que se disponha de uma ventilação forçada eficiente.Nunca se deve inalar os vapores produzidos por estes materiais.

Uma atmosfera com menos de 18 % de oxigênio pode causar tonturas, perda de consciência e eventualmente morte, sem sinais prévios de aviso. Os gases de proteção usados em soldagem e corte são quer mais leves, quer mais pesados que o ar; certos deles (argônio, dióxido de carbono-CO , nitrogênio) podem deslocar o oxigênio do ar ambiente sem serem detectados pelos sentidos do 2 homem.

O hidrogênio é um gás inflamável. Uma mistura deste gás com oxigênio ou ar numa área confinada explode se alguma faísca ocorrer. Ele é incolor, inodor e insípido. Ainda, sendo mais leve que o ar, ele pode acumular-se nas partes superiores de áreas confinadas e agir como gás asfixiante.

Alguma irritação nos olhos, no nariz ou na garganta durante a soldagem ou o corte pode ser indício de uma contaminação do local de trabalho e de uma ventilação inadequada. O trabalho deve ser interrompido, as condições do ambiente devem ser analisadas e as providências necessárias para melhorar a ventilação do local devem ser tomadas.

Cilindros de Gás

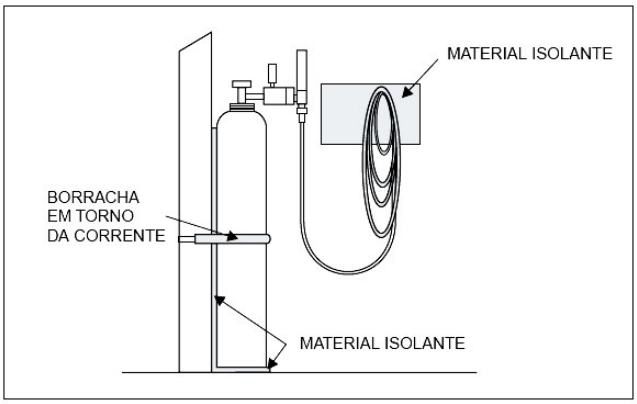
O manuseio inadequado dos cilindros dos gases usados em soldagem ou corte elétricos pode provocar a danificação ou ruptura da válvula de fechamento e a liberação repentina e violenta do gás que contêm com riscos de ferimento ou morte.

Observar as características físicas e químicas dos gases usados e seguir rigorosamente as regras de segurança específicas indicadas pelo fornecedor.
Somente usar gases reconhecidamente adequados ao processo de soldagem ou corte e à aplicação previstos.

Somente usar um regulador de pressão específico para o gás usado e de capacidade apropriada à aplicação. Nunca usar adaptadores de rosca entre um cilindro e o regulador de pressão.

Sempre conservar as mangueiras e conexões de gás em boas condições de trabalho. O circuito de gás deve estar isento de vazamentos.

Os cilindros de gás devem sempre ser mantidos em posição vertical. Eles devem ser firmemente fixados no seu carrinho de transporte ou nos seus suportes ou encostos (em paredes, postes, colunas, etc) por meio de correia ou de corrente isolada eletricamente.



Nunca conservar cilindros ou equipamento relativo a gases de proteção em áreas confinadas.

Nunca instalar um cilindro de gás de forma que ele possa, mesmo que acidentalmente, se tornar parte de um circuito elétrico: Em particular, nunca usar um cilindro de gás, mesmo que vazio, para abrir um arco elétrico.

Quando não estiverem em uso, cilindros de gás devem permanecer com sua válvula fechada, mesmo que estejam vazios: Devem sempre ser guardados com o seu capacete parafusado. O seu deslocamento ou transporte deve ser feito por meio de carrinhos apropriados e deve-se evitar que cilindros se choquem.

Sempre manter cilindros de gás distantes de chamas e de fontes de faíscas ou de calor (fornos, etc):

Ao abrir a válvula do cilindro, manter o rosto afastado do regulador de pressão/vazão.

Regras de Segurança Relativas ao Pessoal

Choques Elétricos

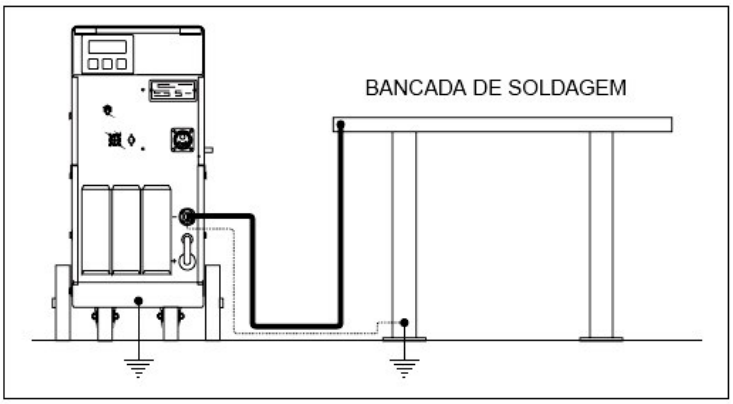
Choques elétricos podem ser fatais e devem ser evitados. Instalações elétricas defeituosas, aterramento ineficiente assim como operação ou manutenção incorretas de um equipamento elétrico são fontes comuns de choque elétricos.

Nunca tocar em partes eletricamente "vivas": A rede de alimentação elétrica, o cabo de entrada e os cabos de soldagem (se insuficientemente isolados), o porta-eletrodo, a pistola ou a tocha de soldar, os terminais de saída da máquina e a própria peça a ser soldada (se não adequadamente aterrada) são exemplos de partes eletricamente "vivas". A gravidade do choque elétrico depende do tipo de corrente envolvida (a corrente alternada é mais perigosa que a corrente contínua), do valor da tensão elétrica (quanto mais alta a tensão, maior o perigo) e das partes do corpo afetadas.As tensões em vazio das fontes de energia usadas em soldagem, corte ou goivagem podem provocar choques elétricos graves.Quando vários soldadores trabalham com arcos elétricos de diversas polaridades ou quando se usam várias máquinas de corrente alternada, as tensões em vazio das várias fontes de energia podem se somar; o valor resultante aumenta o risco de choque elétrico.

Instalar o Equipamento de Acordo com as Instruções do Manual Específico Fornecido: Sempre usar cabos elétricos de bitola adequada às aplicações previstas e com a isolação em perfeito estado. Para o circuito de soldagem, respeitar a polaridade exigida pelo processo ou a aplicação.

Aterrar os equipamentos e seus acessórios a um ponto seguro de aterramento: A ligação da estrutura das máquinas a um ponto seguro de aterramento próximo do local de trabalho é condição básica para se evitar choques elétricos.

Ainda e de acordo com a figura abaixo, a peça a ser soldada ou o terminal de saída correspondente na fonte de energia deve ser aterrada, mas não ambos: "aterramentos duplos" podem fazer com que a corrente de soldagem circule nos condutores de aterramento, normalmente finos, e os queime.



Garantir bons contatos elétricos na peça soldada e nos terminais de saída da máquina: Os terminais de saída, em particular aquele ao qual a peça soldada estiver ligada, devem ser mantidos em bom estado, sem partes quebradas ou isolação trincada. Nunca fazer contatos elétricos através de superfícies pintadas, notadamente na peça a ser soldada.

Assegurar-se de que todas as conexões elétricas estão bem apertadas, limpas e secas: Conexões elétricas defeituosas podem aquecer e, eventualmente, derreter. Elas podem ainda ser a causa de más soldas e provocar arcos ou faíscas perigosas. Não se deve permitir que água, graxa ou sujeira se acumule em plugues, soquetes, terminais ou elementos de um circuito elétrico.

Manter o local de trabalho limpo e seco: A umidade e a água são condutoras da eletricidade. Manter sempre o local de soldagem ou corte, os equipamentos e a roupa de trabalho secos.Eliminar de imediato todo e qualquer vazamento de água. Não deixar que mangueiras encostem em peças metálicas.Nunca ultrapassar os limites de pressão da água indicados nos Manuais de Instruções.

Usar Roupa e Equipamentos de Proteção Individual Adequados, em bom estado, limpos e secos: Ver, abaixo, as regras específicas relativas à proteção corporal.

Ao soldar ou cortar, não usar quaisquer adornos, acessórios ou objetos corporais metálicos: Para soldar, cortar ou goivar, é recomendado retirar anéis, relógios, colares e outros itens metálicos. Contatos acidentais de tais objetos com algum circuito elétrico podem aquecê-los, derretê-los e provocar choques elétricos.

O soldador ou operador de uma máquina de soldar ou cortar deve trabalhar em cima de um estrado ou plataforma isolante.

Campos Eletro Magnéticos

A corrente elétrica que circula num condutor provoca o aparecimento de campos elétricos e magnéticos. As correntes elétricas utilizadas em soldagem, corte

ou goivagem criam tais campos em torno dos cabos de solda e dos equipamentos. Ademais certas máquinas de soldar geram e usam para abrir o arco ou durante toda a operação de soldagem, um faiscamento do tipo "ruído branco," conhecido como "alta freqüência". Conseqüentemente, pessoas portadoras de marca-passo devem consultar um médico antes de adentrar uma área de soldagem ou corte: os campos elétricos e magnéticos ou as irradiações podem interferir no funcionamento do marca-passo.

Para minimizar os efeitos dos campos gerados pelas correntes elétricas de soldagem e corte:

Não se deve permanecer entre os dois cabos eletrodo e obra e sim, sempre manter ambos do mesmo lado do corpo.

Os dois cabos de soldagem (eletrodo e obra) devem correr juntos e, sempre que possível, amarrados um a o outro.

Na peça a ser soldada, conectar o cabo obra tão perto quanto possível da junta.

Manter os cabos de soldagem e de alimentação do equipamento tão longe quanto possível do corpo.

Nunca se deve enrolar cabos de soldagem em torno do corpo.

Regras para a Proteção da Visão

Os arcos elétricos de soldagem ou corte emitem raios ultravioletas e infravermelhos. Exposições de longa duração podem provocar queimaduras graves e dolorosas da pele e danos permanentes na vista.

Para soldar ou cortar, usar máscara com vidro ou dispositivo de opacidade adequado ao processo e à aplicação prevista:. A tabela abaixo orienta quanto à opacidade recomendada para a proteção em função do processo e da faixa de corrente usados. Como regra geral, iniciar com uma opacidade alta demais para que se veja a zona do arco; reduzir então a opacidade que se tenha uma visão adequada da área de soldagem, sem problema para os olhos.

Processo	Corrente	Opacidade
Goivagem a arco	até 500 A	12
	de 500 até 1.000 A	14
Plasmacorte	até 300 A	9
	de 300 até 400 A	12
	de 400 até 800 A	14
Soldagem a plasma	até 100 A	10
	de 100 até 400 A	12
	de 400 até 800 A	14
Soldagem com eletrodo revestido	até 160 A (até 4 mm)	10
	de 160 até 250 A (de 4 a 6 mm)	12
	de 250 A até 550 A (acima de 6 mm)	14
Soldagem MIG/MAG	de 60 até 160 A	11
	de 160 A até 250 A	12
	de 250 A até 500 A	14
Soldagem TIG	até 50 A	10
	de 50 até 150 A	12
	de 150 até 500 A	14

Usar Óculos de Segurança com Protetores Laterais: Quando se solda, corta ou goiva, quando se remove a escória de um cordão de solda ou quando se esmerilha alguma peça partículas metálicas, respingos e fagulhas podem atingir os olhos sob ângulos quaisquer de incidência. Nos processos semi-automáticos ou automáticos, pontas de arame podem ferir gravemente. Usar os óculos de segurança inclusive por baixo da máscara de soldar ou de qualquer protetor facial.

Qualquer pessoa dentro de uma área de soldagem ou corte, ou num raio de 20 m, deve estar adequadamente protegida: A irradiação de um arco elétrico tem grande alcance e partículas metálicas e respingos podem voar sobre distâncias relativamente grandes.

Regras para a Proteção da Pele

Devido à emissão de raios ultravioletas e infravermelhos, arcos elétricos queimam a pele da mesma maneira que o sol, porem muito mais rapidamente e com maior intensidade. Os operadores, e em particular aqueles sensíveis à exposição ao sol podem sofrer queimaduras na pele após breve exposição a um arco elétrico. Os respingos de solda e as fagulhas são outras fontes de queimaduras.

Seguir as recomendações abaixo para garantir uma proteção segura contra a irradiação de um arco elétrico e os respingos.

Não deixar nenhuma área de pele descoberta: Não arregaçar as mangas da camisa ou do avental.

Usar roupa protetora resistente ao calor: gorro, jaqueta, avental, luvas e perneiras: Roupa de algodão ou similares constitui uma proteção inadequada, pois além de ser inflamável, ela pode se deteriorar em função da exposição às radiações dos arcos elétricos.

Usar calçado de cano longo e estreito: Não usar sapatos baixos e folgados nos quais respingos e fagulhas possam penetrar.

Usar calças sem bainha: Bainhas podem reter fagulhas e respingos. As pernas das calças devem descer por cima das botas ou dos sapatos para evitar a entrada de respingos.

Sempre usar roupa, inclusive de proteção, limpa: Manchas de óleo ou graxa ou sujeira em excesso podem inflamar-se devido ao calor do arco.

Manter os bolsos, mangas e colarinhos abotoados: Fagulhas e respingos podem penetrar por tais aberturas e queimar pelos e/ou pele. Os bolsos não devem conter objetos ou produtos combustíveis tais como fósforos ou isqueiros.

Todas as regras acima se aplicam integralmente às manutenções preventivas e corretivas dos equipamentos: Manutenções ou reparações somente devem ser feitas por elementos habilitados devidamente protegidos e isolados do ponto de vista elétrico; somente usar ferramentas isoladas, específicas para eletricidade. Proceder à reparação de máquinas elétricas em local apropriado e devidamente isolado.

Regras para a Proteção da Audição

Usar Protetores de Ouvido: Certas operações de soldagem, corte ou goivagem produzem ruídos de intensidade elevada e, eventualmente, longa duração. Protetores de ouvido adequados, além de protegerem contra estes ruídos excessivos, impedem que respingos e fagulhas entrem nos ouvidos.

Regras de Segurança Relativas aos Equipamentos

Sempre instalar e operar um equipamento de soldar ou cortar de acordo com a orientação do seu Manual de Instruções. Alem da proteção ao pessoal de operação e manutenção, o aterramento constitui uma proteção fundamental dos equipamentos.

Sempre ligar uma máquina de soldar ou cortar à sua linha de alimentação através de uma chave de parede: Esta chave deve ter fusíveis ou disjuntor de capacidade adequada e poder ser trancada. Instalar um plugue na extremidade do cabo de entrada da máquina. Se for necessário fazer manutenção da máquina no local de trabalho, colocar uma etiqueta de aviso na chave geral para evitar que ela venha a ser usada.

Sempre instalar e operar uma máquina de soldar ou cortar de acordo com as orientações contidas no Manual de Instruções: Além da proteção ao pessoal de operação e manutenção, o aterramento constitui uma proteção fundamental dos equipamentos.

Operar os equipamentos estritamente dentro das características anunciadas pelo fabricante: Nunca sobrecarregá-los.

Nunca usar uma máquina de soldar ou cortar com parte do seu gabinete removida ou mesmo aberta: Além de tal situação ser potencialmente perigosa para o soldador ou operador, a falta de refrigeração pode resultar em danos a componentes internos.

Nunca operar equipamentos defeituosos: Conservá-los em perfeito estado de funcionamento, procedendo à manutenção preventiva periódica recomendada pelo fabricante e à manutenção corretiva sempre que necessário. Em particular, todos os dispositivos de segurança incorporados a um equipamento devem ser mantidos em boas condições de trabalho.

Sempre manter um equipamento de soldar ou cortar afastado de fontes externas de calor (fornos, por exemplo).

Máquinas de soldar ou cortar não devem ser utilizados em locais alagados ou poças de água: Salvo quando projetados especialmente ou adequadamente protegidos (a critério do fabricante), máquinas de soldar ou cortar não devem ser operadas em ambientes corrosivos ou que tenham matérias oleosas em suspensão, ou nas intempéries.

Depois de usar um equipamento de soldar ou cortar, sempre desligá-lo e isolá-lo da sua linha de alimentação.

13.2 PROCEDIMENTOS DE PRONTO SOCORRO E EMERGÊNCIA

O pronto socorro consiste em um tratamento provisório aplicado em caso de acidente ou doença. Um socorro imediato (dentro de quatro minutos) e adequado pode ser a diferença entre uma recuperação completa, uma invalidez permanente ou a morte.

Inalação de Gases

Trabalhadores com sintomas de exposição a fumos e gases devem ser levados para uma área não contaminada e inalar ar fresco ou oxigênio. Caso a vítima esteja inconsciente, quem prestar socorro deve eliminar os gases venenosos ou asfixiantes da área ou usar equipamento apropriado de respiração antes de adentrá-la. Remover a vítima para uma área não contaminada e chamar um médico. Administrar oxigênio por meio de uma máscara se a vítima estiver respirando. Caso contrário, praticar a reanimação cardiopulmonar, de preferência com administração simultânea de oxigênio. Conservar a vítima aquecida e imobilizada.

Olhos Afetados

Caso a vítima use lentes de contato, removê-las. Irrigar os olhos com grande quantidade de água por 15 min. Ocasionalmente, levantar as pálpebras para assegurar uma irrigação completa. Aplicar um curativo protetor seco.Chamar um médico.Requerer assistência médica para remover ciscos ou poeira. Em caso de ferimento por irradiação de arco elétrico, aplicar repetidamente compressas frias (de preferência geladas) durante5a10 min. Aplicar um curativo protetor seco. Chamar um médico. Não esfregar os olhos.Não usar gotas ou colírio salvo se receitados por um médico.

Irritação da Pele

Para os casos de contato da pele com produtos irritantes, molhar as regiões afetadas com grandes quantidades de água e depois, lavar com água e sabão. Retirar a roupa contaminada. Se as mucosas estiverem irritadas, molhar com água. Lavar cortes e arranhões com água e sabão neutro. Aplicar um curativo seco e esterilizado.

Queimaduras

Para queimaduras por calor, aplicar água fria numa bolsa de borracha ou similar. Se a pele não estiver rompida, imergir a parte queimada em água fria limpa ou aplicar gelo limpo para aliviar a dor. Não furar bolhas.Enfaixar sem apertar com faixa seca e limpa.Chamar um médico.

Choques Elétricos

Quem prestar socorro deve primeiramente proteger a si mesmo com materiais isolantes tais como luvas. Desligar o equipamento para eliminar o contato elétrico com a vítima. Usar equipamento ou objetos isolantes se a pessoa que prestar socorro tiver que tocar a vítima para retirá-la. Se a vítima não estiver respirando, praticar reanimação cardiopulmonar assim que o contato elétrico for removido. Chamar um médico. Continuar com a ressuscitação cardiopulmonar até que a respiração espontânea tenha sido restaurada ou até que o médico tenha chegado. Administrar oxigênio e manter a vítima aquecida.

Queimaduras por Eletricidade

Tratar queimaduras por eletricidade como queimaduras por calor. Aplicar compressas frias ou geladas. Cobrir as feridas com curativo seco limpo.Chamar um médico.

REFERÊNCIAS

Foram usados como referências as apostilas encontradas nestes sites:

http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/terminologia.pdf - Acesso em 20/06/2008

http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/metais_soldab.pdf - Acesso em 20/06/2008

http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/processo.pdf - Acesso em 19/06/2008

http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/descontinuidades.pdf - Acesso em 27/06/2008

http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/biblioteca/upload/1901097rev0_ApostilaEletrodosRevestidos.pdf Acesso em 27/06/2008

http://www.esab.com.br/br/por/Produtos/consumiveis/eletrodos/upload/1900295rev25_CatalogoEletrodos_pt.pdf Acesso em 02/07/2008

http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/biblioteca/upload/Apostila_Seguranca_na_Soldagem_rev0.pdf Acesso em 03/07/2008

Apostila SENAI Escola Nadir Dias Figueiredo/Osasco São Paulo.Revisada em junho de 2003

E os catálogos que estão em público

FOLHA DE CRÉDITOS

SENAI-SE

Equipe Pedagógica SENAI – CETCC-AJU – Centro de Educação e Tecnologia Coelho e Campos - Aracaju

Compilação / Digitação – CETAF-AJU

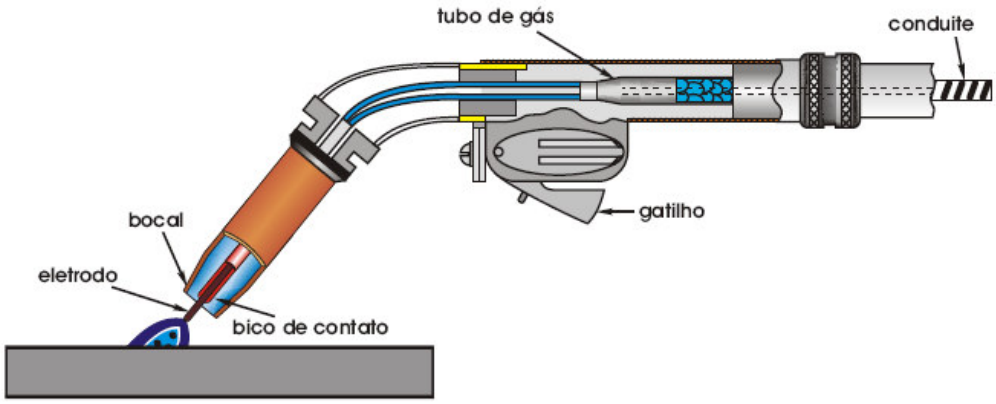
Wendel Fernandes da Rocha — *SENAI – CETCC - AJU – Centro de Educação e Tecnologia Coelho e Campos - Aracaju*

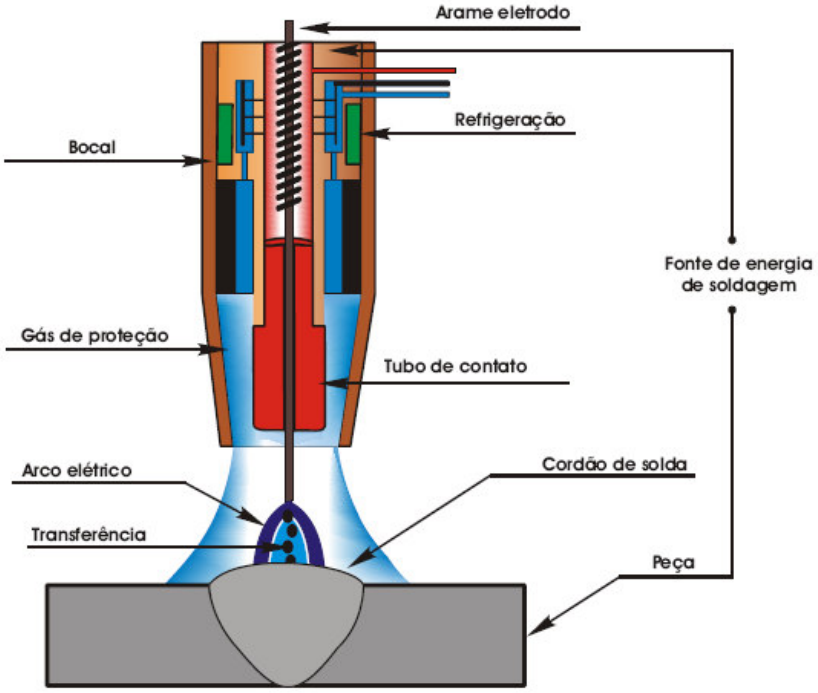
Diagramação

Sérgio Sena — *SENAI – GEP – Gerência de Educação Profissional*

NIT – Núcleo de Informação Tecnológica
Normalização Bibliográfica

Vania Cristina Gracia Gonçalves — *SENAI – GET – Gerência de Tecnologia Industrial*


tubo de gás
conduite
gatilho
bocal
eletrodo
bico de contato


Arame eletrodo
Refrigeração
Bocal
Fonte de energia
de soldagem
Gás de proteção
Tubo de contato
Arco elétrico
Cordão de solda
Transferência
Peça